ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret en date du 5 février portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. Adolphe von Baeyer pour occuper une des places d'Associé étranger créées par le Décret du 1[er] décembre 1909.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le **Président** donne lecture de la dépêche suivante :

Au Président de l'Institut de France, à Paris,

L'Académie royale des Lincei n'a pas oublié la très vive part prise l'an passé par votre illustre Institut au terrible désastre qui frappa l'Italie méridionale. Dans sa séance d'hier, elle m'a chargé à l'unanimité de vous transmettre ses profondes condoléances pour le grand fléau qui a affligé et désolé une grande partie de la France, avec son admiration pour l'exemple de force d'âme qui a été donné en d'aussi graves circonstances.

Le Président,
Blaserna.

SISMOLOGIE. — *Sismographe à colonne liquide.*
Note de M. G. Lippmann.

C'est un sismographe auquel on peut donner une durée d'oscillation telle que les courbes qu'il trace n'aient plus besoin d'être réduites. Un tube T, plein d'eau, débouche à chaque extrémité dans un bassin B contenant le

même liquide. L'équilibre hydrostatique s'établit dans ce système, qui n'est autre qu'un niveau d'eau de grandes dimensions.

L'équilibre de la colonne liquide serait indifférent si la section du bassin B était infiniment grande par rapport à celle du tube T; et l'instrument serait alors théoriquement parfait. En réalité il n'en est pas ainsi; l'équilibre est stable; et quand il a été troublé par une secousse, il se rétablit par une série d'oscillations; l'appareil constitue donc un pendule liquide dont la période d'oscillation est T. Cette période d'oscillation propre joue ici le même rôle que dans le cas du pendule solide; il importe qu'elle soit aussi grande que possible par rapport à la durée des mouvements sismiques ([1]). Cette condition, très difficile à réaliser pratiquement avec les pendules solides, est au contraire réalisable facilement et sans réglage avec l'appareil à colonne liquide.

Pour nous en assurer, calculons T en fonction des dimensions de l'appareil. Soient s la section du tube T, S la section de chacun des bassins B. Quand le liquide du tube T subit un déplacement égal à 1, la dénivellation dans les bassins B est égale à $\frac{2s}{S}$; la pression qui en résulte est égale à $\frac{2s}{S}g$. Il s'ensuit que l'on a

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}\frac{S}{2s}}.$$

T ne dépend donc que des dimensions de l'appareil : aucun réglage n'est nécessaire, aucun déréglage appréciable ne peut se produire.

D'ailleurs on peut arriver à une valeur notable, avec un appareil de dimensions modérées. On obtient, par exemple, les valeurs suivantes de T :

l.	s.	S.	T.
m	cm²		s
1.................	4	4$^{dm^2}$	14,14
1.................	4	1$^{m^2}$	68
4.................	4	1$^{m^2}$	141,4

La partie hydraulique du système peut être construite très grossièrement par un plombier. Il reste à examiner le mode d'inscription du mouvement

([1]) M. Lo Surdo a proposé un *accéléromètre* constitué par une colonne de mercure et qui avait une période d'oscillation extrêmement courte, $\frac{1}{10}$ de seconde, et qui obéirait aux tremblements de terre très forts qui se produisent en Italie. Nous nous proposons ici d'inscrire de très faibles déplacements et non de fortes accélérations.

du liquide : ici, il est nécessaire d'employer un petit équipage léger et délicatement suspendu.

Un disque de mica très mince forme piston à l'extrémité du tube : il suit les mouvements de l'eau et communique ses déplacements à un miroir mobile qui sert à l'inscription photographique.

Le disque de mica et le miroir sont portés par un fil de métal mince, vertical, et soutenu par un fil de quartz; le disque de mica est excentré de manière que ce petit équipage forme balance de torsion. Pour éviter tout frottement, le piston en mica ne touche pas la paroi du tube; l'obturation est donc incomplète. Néanmoins, à cause de la faiblesse de la masse mobile (poids total : quelques décigrammes), et de la faible torsion du fil de quartz, le piston n'oppose qu'une très faible résistance au mouvement, et il le suit sans qu'aucune fuite d'eau notable puisse se produire.

Si l'on tenait à remplacer l'inscription photographique par l'inscription mécanique, il faudrait, en raison du frottement du style inscripteur qui intervient alors, augmenter la masse liquide en augmentant ensemble les volumes de s et de S.

Les pendules sismographiques solides ne permettent pas, comme l'appareil à liquide, d'accroître à volonté la période T. Il paraît qu'en général on se contente de faire T égal à 10 ou 12 secondes. Sans doute on peut amener T, par un réglage soigné, à valoir 20 et même 30 secondes. Mais l'appareil devient alors extraordinairement sensible à toute perturbation, thermique ou autre, qui change la position apparente de la verticale : le déplacement horaire du Soleil, l'approche de l'observateur changent la sensibilité et déplacent la position d'équilibre. En appelant α l'angle de l'axe de rotation avec la verticale, T^2 est proportionnel à $\frac{1}{\alpha}$ et, par conséquent, $\frac{d(T^2)}{d\alpha}$ est proportionnel à $\frac{1}{\alpha^2}$; c'est-à-dire que ce coefficient, qui mesure la sensibilité de l'appareil aux variations de α, devient un infiniment grand du second ordre quand on fait tendre α vers zéro. C'est pour cette raison que Hecker, dans des recherches récentes, a dû installer son pendule horizontal non dans une cave, mais dans une mine, à 1000^{m} de profondeur.

L'appareil à liquide n'aurait pas le même défaut. D'abord sa période est invariable : elle ne dépend que de ses dimensions. Ensuite une variation lente de la verticale ne s'inscrirait pas sur la feuille photographique. En effet, le piston de mica n'est pas étanche ; il permet donc une fuite d'eau qui diminue légèrement les indications de l'appareil quand les mouvements de la colonne liquide sont brusques. Au contraire, quand ces mouvements sont dus au déplacement horaire du Soleil, la palette de mica n'est plus

sensiblement entraînée, car, la fuite durant maintenant des heures entières, elle suffit à maintenir l'égalité de pression des deux côtés du mica. Le sismographe à colonne liquide ne peut donc indiquer les changements lents de la verticale ; il n'en est que plus commode à employer pour mesurer les déplacements rapides de la croûte terrestre.

M. B. Baillaud présente, au nom de M. Cosserat, le Tome VI des *Annales de l'Observatoire de Toulouse :*

En présentant à l'Académie le Tome VI des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, consacré aux taches du Soleil, je tiens à signaler le travail considérable qu'a demandé l'élaboration de ce Volume, qui est essentiellement l'œuvre de M. Montangerand.

Des 5718 positions, obtenues par la méthode de Carrington, qui sont discutées dans ce Volume, 2805 ont été observées, de 1879 à 1884, par MM. Bigourdan, Perrotin, Jean, Rey, Saint-Blancat; 2895, de 1884 à 1887, par M. Montangerand, et 18, à la fin de 1887, par M. Cosserat.

M. Saint-Blancat a revisé une partie des données; MM. Jean, Rey et Montangerand ont fait une fois les réductions; M. Montangerand les a faites lui-même une seconde fois. Les résultats de ces longs et pénibles calculs constituent la première Partie du Volume.

La seconde Partie contient la discussion minutieuse des taches, donnant pour chacune d'elles la valeur angulaire de la vitesse de rotation.

M. Montangerand se réserve de faire ultérieurement une discussion d'ensemble des résultats obtenus.

La publication de ce Volume a été assurée en partie par des subventions de M. le vicomte de Salignac-Fénelon, déjà signalé à l'Académie comme un des généreux donateurs de l'Observatoire du Pic du Midi.

MM. Baillaud, Cosserat et Montangerand sont particulièrement heureux de saisir l'occasion qui s'offre à eux d'exprimer à M. de Salignac-Fénelon leur profonde reconnaissance.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1910.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Mathématiques : *Grand Prix des Sciences mathématiques*, *prix Fran-*

cœur, *prix Poncelet*. — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Alfred Picard, Vieille.

Cette Commission est également chargée de présenter une *Question de prix Bordin* pour l'année 1913.

MÉCANIQUE : *Prix Montyon*, *Fourneyron*. — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré.

Ont ensuite obtenu le plus de suffrages : MM. Bertin, Villard.

NAVIGATION : *Prix extraordinaire de la Marine*, *Plumey*. — MM. Maurice Levy, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille.

ASTRONOMIE : *Prix Pierre Guzman*, *Lalande*, *Valz*, *Janssen*. — MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Émile Picard, Appell.

GÉOGRAPHIE : *Prix Tchihatchef*, *Gay*, *Binoux*, *Delalande-Guérineau*. — MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Ph. van Tieghem, Perrier, le prince Roland Bonaparte.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Darboux, Lacroix.

Cette Commission est également chargée de présenter une *Question de prix Gay* pour l'année 1913.

PHYSIQUE : *Prix Hébert*, *Hughes*, *Kastner-Boursault*, *Victor Raulin*. — MM. Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Bouty, Villard, Maurice Levy, Cailletet, Poincaré.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Émile Picard, Boussinesq.

CHIMIE : *Prix Jecker*, *Cahours*, *Montyon* (*Arts insalubres*), *Alhumbert*. — MM. Troost, Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Müntz, Roux.

Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, De Coincy, De la Fons-Mélicocq, Bordin (Sciences physiques).* — MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Mangin, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Bouvier, le prince Roland Bonaparte.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture du télégramme suivant, transmis par Mme Charcot :

De Punta Arenas.

Je crois avoir rempli, dans la mesure de mes moyens, le problème scientifique que nous avait donné l'Académie des Sciences. Après un échouage grave, nous avons continué vers le Sud-Ouest le lever de la côte des Terres Antarctiques, commencé lors de notre expédition précédente, jusqu'à l'île Adélaïde, île très curieuse, longue de 130km. Au Sud, nous avons découvert un vaste golfe et relevé 120 milles de terres nouvelles.

Nous avons ensuite atteint la terre Alexandre Ier, qui était le but principal de notre expédition, et autour de laquelle les glaces sont très abondantes et la côte accore sans mouillage. Revenant alors dans le Nord, nous avons hiverné à l'île Petermann. L'hiver a été relativement doux, mais pénible. Le temps était affreux, nous avons fait des avaries et avons eu plusieurs malades qui sont maintenant tous rétablis. Les excursions ont été nombreuses et intéressantes, surtout sur les glaciers.

La deuxième campagne comprend des travaux aux Shetlands du Sud, notamment aux îles Déception et Bridgman. Puis route au Sud, découvert île nouvelle et retrouvé île Pierre Ier. Avons navigué entre le 69° et le 71° de latitude jusqu'au 126° longitude Ouest.

Avions rêvé davantage. Avons fait du mieux possible.

Signé : Charcot.

M. **J.-D. van der Waals**, élu Associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie.

Sir **Patrick Manson**, élu Correspondant pour la Section de *Médecine et Chirurgie*, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres qui remplacera, au Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, M. *Bouquet de la Grye*, décédé.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Le navire aérien*, par M. L. Marchis.

2° *Pour la race. Notre soldat, sa caserne*, par M. Lachaud. (Présenté par M. Lannelongue.)

3° *L'évolution économique de la brasserie française*, par Jehan Charlie. (Présenté par M. A. Müntz.)

4° *La soude électrolytique : théorie, laboratoire, industrie*, par M. André Brochet. (Présenté par M. A. Haller.)

M. **Alfred Angot**, M. le Capitaine de vaisseau Marquis **de Fraysseix-Bonnin**, prient l'Académie de les comprendre au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de *Géographie et Navigation*, par le décès de M. *Bouquet de la Grye*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les transformations de la comète* 1910*a dite* comète Innes. Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les observations, et quelques dessins que j'ai pu faire récemment de la comète 1910 *a*, découverte à Johannersburg le 16 janvier dernier.

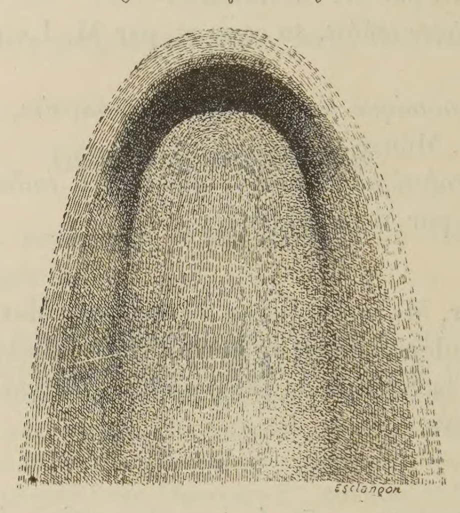
Le temps à Bordeaux a été particulièrement défavorable, et je n'ai pu réaliser au grand équatorial de l'Observatoire que cinq observations complètes et dans de bonnes conditions : le 22 et le 23 janvier, les 30 et 31 janvier, et enfin le 9 février. Entre le 22 et le 30 janvier la comète a subi des modifications considérables de forme, indépendamment de la diminution très rapide d'éclat.

La figure 1 représente la comète (région de la tête) sous l'aspect qu'elle présentait le 22 et le 23 janvier. Le noyau est très brillant; son diamètre est de 15″ environ. De chaque côté du noyau et normalement à la direction générale de la queue, semblent s'échapper deux courants de matière nébuleuse dont la trajectoire, presque rectiligne à la base, comme si la matière était projetée avec force, s'infléchit ensuite rapidement pendant que l'éclat diminue graduellement. A la base même, la luminosité de ces deux courants est presque comparable à celle du noyau. L'aspect de la comète rappelle fortement celui de la comète Daniel (1907 *d*) vers le 26 août 1907 [1]. Le 22 janvier la

(1) *Comptes rendus*, 8 janvier 1908, et *Bulletin astronomique*, mars 1908.

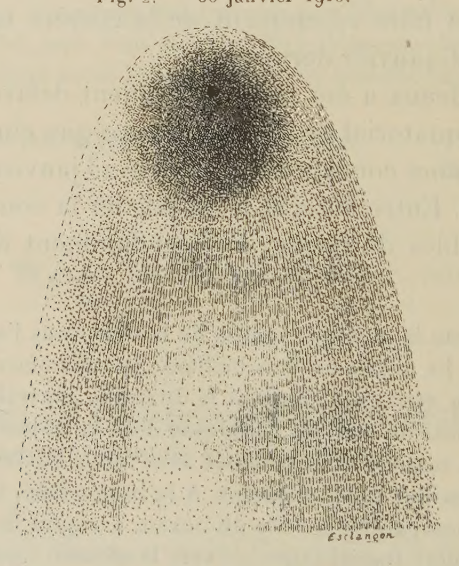
comète 1910*a* se trouvait à la distance 0,25 environ du Soleil, la queue faisant avec la direction Comète-Terre un angle d'environ 96°.

Fig. 1. — 22 janvier 1910.



Le 30 janvier l'aspect de la comète (*fig.* 2) est entièrement changé. L'éclat général a considérablement diminué; le noyau est très vif, *d'aspect stellaire*, c'est-à-dire très bien délimité, son diamètre de 3″ à 4″ environ.

Fig. 2. — 30 janvier 1910.



Les deux courants de matière nébuleuse observés le 22 janvier ont disparu pour faire place à une sorte de nébulosité circulaire, excentrique par rapport au noyau et

dont l'éclat va en se dégradant à partir de celui-ci. A cette date la comète se trouve à la distance 0,55 du Soleil et la queue fait avec la direction Comète-Terre un angle de 133°. Observée à l'œil nu, la queue, très pâle, paraît très longue, atteignant 25° de longueur apparente.

Le 9 février, malgré un ciel très pur, la queue n'était plus visible. Dans l'instrument, la comète apparaissait sous la forme d'une nébulosité circulaire de faible éclat; le noyau avait perdu la si extraordinaire netteté qu'il présentait le 30 et le 31 janvier.

On voit qu'en quelques jours la comète a subi des transformations considérables, principalement du 23 au 30 janvier; mais la nature même de son orbite paraît y avoir joué un rôle.

Dans les transformations apparentes que présentent les comètes, deux sortes d'éléments sont à considérer. En premier lieu ceux qui tiennent aux transformations réelles se produisant au sein de l'astre même; en second lieu ceux qui correspondent aux manières diverses dont l'astre se présente successivement aux yeux de l'observateur. En ce qui concerne la comète 1910 *a*, les variations de l'angle de la queue avec le rayon visuel (Comète-Terre) ont été considérables (96° le 22 janvier, 133° le 30 janvier). Or une telle variation entraîne nécessairement de grandes modifications d'aspect, au point que, ainsi qu'il résulterait d'un calcul facile et toutes choses égales d'ailleurs, une comète présentant primitivement l'aspect indiqué par la figure 1 pourrait arriver, par ce seul fait, à prendre l'aspect de la figure 2. Il n'est pas douteux que des transformations réelles et considérables se sont produites au sein même de la comète 1910 *a* dans la période du 22 au 30 janvier; mais une part importante des modifications observées (surtout quant à la forme et indépendamment de la diminution d'éclat) doit être certainement attribuée à la façon dont elle s'est diversement et successivement présentée à nous durant cette même période.

Le 30 et le 31 janvier j'ai pu faire des observations de position dans d'excellentes conditions : ciel pur, temps calme, images stables, avec des étoiles de comparaison très voisines de la comète, en déclinaison; de plus, le noyau était très net. Le 9 janvier, le ciel présentait bien les mêmes qualités, mais l'étoile de comparaison était moins favorable. Voici ces observations :

Dates. 1910.	Étoiles.	Temps moyen de Bordeaux.	ΔAR.	ΔP.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Janvier 30....	*a*	6.15.41,9	−1.54,53	+5.10,9	16:4
» 31....	*b*	6. 3.24,0	−4.25,72	+1.19,3	16:4
» 31....	*b*	6.37.34,1	−4.22,35	+0.17,9	8:2
Février 9....	*c*	6.33. 3,6	+0.49,44	−5.19,7	3:2

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1910,0.

★.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a ...	7567 A. G. Albany	21.35.11,09	−1,88	88.16. 4,1	+10,6
b ...	7592 A. G. Albany	21.40.10,86	−1,87	87.34.55,6	+10,6
c	11022 A. G. Leipzig II	21.51.50,10	−1,82	82.52.22,5	+10,9

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1910.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Janvier 30......	21.33.14,68	$+\bar{1},618$	88.21.25,6	−0,793
» 31.....	21.35.43,27	$+\bar{1},614$	87.36.25,5	−0,792
» 31.....	21.35.46,64	$+\bar{1},624$	87.35.24,1	−0,795
Février 9.....	21.52.37,72	$+\bar{1},629$	82.47.13,7	−0,792

ASTRONOMIE. — *Sur la figure de la grande comète* 1910*a*. Note de M. **J.-Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

J'ai pu observer cette comète pour la première fois le 19 janvier, à 4^h, partant en plein Soleil. A l'équatorial on voyait le noyau, très brillant, avec deux branches nébuleuses un peu inégales, qui en se recourbant formaient le commencement de la queue. Après le coucher du Soleil, la comète fut invisible à l'œil nu comme à la jumelle, et je n'ai pu apercevoir la queue.

Le 20, tout le monde a pu la voir à l'œil nu, après le coucher du Soleil. J'obtins ce jour-là une photographie, à l'équatorial double Mailhat de 38^{cm} de l'Observatoire Fabra, avec 6 secondes de pose, suffisante pour bien donner la forme et les dimensions apparentes de la tête.

La queue a été toujours bifurquée, comme si le noyau faisait écran à la répulsion des gaz. Quant à sa longueur elle a été toujours énorme, et je pense qu'elle a atteint plus de 50°. Vers le 25 janvier, on croyait la voir traverser le carré de Pégase, et la lumière zodiacale gênait l'observation de son extrémité.

La comète a été photographiée tous les jours où le temps l'a permis, pendant la période de son plus grand éclat : la durée utile de pose a été jusqu'à 22 minutes (rapport de l'ouverture à la distance focale : $\frac{1}{10}$). Dans ces circonstances de pose relativement longue, et en employant les excellentes plaques Lumière *violettes*, de sensibilité extrême, j'ai pu obtenir de belles images, très instructives par rapport aux nervures, aigrettes, etc. de la queue. Ces détails sont très délicats et échappent à la reproduction typographique.

Le but principal de cette Note est d'étudier la figure de la comète.

D'abord, à l'œil nu, on voyait parfaitement la forme courbée de la partie

principale de la queue, dont la courbure était surtout accusée vers son extrémité. La convexité de cette partie principale était dirigée, comme d'habitude, vers l'avant, par rapport au mouvement propre de la comète. Cette partie principale a été toujours bifurquée et a présenté quantité de détails très intéressants.

Mais je veux surtout appeler l'attention sur la partie gauche, ou queue secondaire, beaucoup plus pâle que l'autre, quoique beaucoup plus large près de la tête, et qui se continuait *au delà* du noyau, c'est-à-dire vers le Soleil.

Cette courbure, comme on le voit dans les clichés, est *concave* par rapport au sens du mouvement.

Si nous admettons, ce qui paraît très logique, que les queues cométaires sont constituées, au moins en grande partie, par un déplacement rapide des substances émanées du noyau, sous un effort impulsif agissant suivant le rayon vecteur du noyau, la queue secondaire concave n'est pas compréhensible.

Pour expliquer cette anomalie, je suppose que la force répulsive décroît à mesure que la distance augmente, mais plus rapidement que l'attraction newtonienne. Dans ces conditions, une particule gazeuse sera soumise au moins à la force attractive du Soleil, à la force attractive du noyau (faible sans doute, mais qui n'est pas négligeable dans une grande comète comme celle-ci) et à la force répulsive du Soleil. Je suppose, avec Faye, que cette force répulsive, due au Soleil, dépend de la surface de la particule repoussée. Cette répulsion étant prépondérante dans le noyau, pour certains gaz, donnera lieu à la queue principale, convexe par rapport au sens du mouvement. A une certaine distance du noyau, les forces se feront équilibre pour les particules de nature déterminée; la vitesse de ces particules sera maxima en ce point et, à partir de là, leur mouvement ira en se ralentissant jusqu'à l'extrémité théorique de la queue relative à ces mêmes particules, où celles-ci commenceront de tomber vers le Soleil.

La plupart de ces particules, les plus petites, celles dont la masse est la plus faible, ne pourront tomber jusqu'au Soleil et seront disséminées dans l'espace; mais celles qui appartiennent à des gaz de poids atomique considérable seront projetées jusqu'à une distance relativement faible du noyau, et tomberont, en passant, dans leur chute, assez proche de lui pour subir son attraction et se précipiter vers ce noyau; cette chute donnerait lieu à des trajectoires concaves par rapport *au mouvement de la comète et à sa queue secondaire*. Les particules considérées pourraient arriver juste au noyau et être projetées à nouveau vers la queue première; mais la comète, pendant ce

voyage des particules, s'est déplacée, s'est éloignée du Soleil; par l'effet de ce déplacement, les particules, en arrivant au noyau, porteront un excès de force vive, qui les emportera plus loin, et telle serait la cause de la protubérance nébuleuse qui s'avance, obliquement, du *noyau vers le Soleil.* Dans l'autre partie de l'orbite (avant le périhélie), cette queue ne devrait pas arriver jusqu'au noyau. En tout cas, cette différence pourrait constituer un contrôle de mon hypothèse; un autre contrôle serait une différence de constitution chimique entre la queue secondaire ou de chute et la queue primaire, à de grandes distances du noyau.

En admettant que toutes les forces que j'ai indiquées entrent en jeu dans la formation de la queue, et en appelant r la distance au Soleil d'une particule ou molécule gazeuse de la queue, et ρ le rayon vecteur du noyau de la comète, l'accélération α de cette molécule le long de la queue pourra se représenter sensiblement, en négligeant le mouvement angulaire de la comète autour du Soleil, par

$$\alpha = \frac{\mu''}{r^m} - \frac{\mu'}{(r-\rho)^2} - \frac{\mu}{r^2},$$

μ et μ' étant des constantes dépendant respectivement des masses du Soleil et de la comète, et μ'' une autre constante dépendant de la force répulsive et de la relation de la surface à la masse de la molécule; enfin m peut être supposé constant et doit, je pense, être supérieur à 2.

En mesurant, sur des photographies et en plusieurs points de la queue, l'accélération approchée des bouffées de matière cométaire, on pourrait évidemment déterminer la valeur de ces inconnues; malheureusement, cette grande comète *a* 1910 ne s'est pas prêtée à de telles mesures.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1910*a*, *faites à l'Observatoire de Marseille*, *au chercheur de comètes de* 0^m,16 *d'ouverture libre.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Févr. 4.......	6.12.53	−1. 7,26	− 5.12,6	6:6	21.44.11,15	$+\bar{1}$,627	85. 7.26,3	−0,771	*a*
» 5.......	6.16.28	+8.19,32	− 7.10,2	2:2	21.46. 2,77	$+\bar{1}$,629	84.36.49,4	−0,771	*b*
» 5.......	6.26. 2	−0.11,57	− 2.40,1	5:5	21.46. 3,40	$+\bar{1}$,630	84.36.20,2	−0,772	*c*
» 7.......	6.18.22	−0. 0,59	+ 5.25,4	7:7	21.49.25,53	$+\bar{1}$,632	83.39.13,7	−0,770	*d*
» 8.......	6.23. 3	−0.55,41	+ 1.31,0	5:5	21.51. 3,57	$+\bar{1}$,633	83.12.45,7	−0,771	*e*
» 10.......	6.25.51	−2.34,97	+13.19,9	5:5	21.54. 4,46	$+\bar{1}$,634	82.24. 3,0	−0,772	*f*
» 11.......	6.28.10	−1.10,31	− 9.11,0	4:4	21.55.29,11	$+\bar{1}$,635	82.. 1.31,2	−0,773	*g*

Étoiles de comparaison pour 1910,0.

✱.	Gr.	Æ moyenne.	Réduction au jour.	℘ moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	7,6	21.45.20,23	−1,82	85.12.28,2	+10,7	7624 Albany A. G.
b.......	5,5	21.37.45,30	−1,85	84.43.48,7	+10,9	10886 Albany A. G.
c.......	8,5	21.46.16,82	−1,85	84.38.49,4	+10,9	10968 Albany A. G.
d.......	6,6	21.49.27,95	−1,83	83.33.37,5	+10,8	11000 Albany A. G.
e.......	8,5	21.52. 0,81	−1,83	83.11. 3,9	+10,8	11023 Albany A. G.
f.......	6	21.56.41,24	−1,81	82.10.32,2	+10,9	11071 Albany A. G.
g.......	6	21.56.41,24	−1,82	82.10.32,2	+10,9	11071 Albany A. G.

Remarques. — Le 7 février, l'éclat de la comète est de plus en plus faible; on ne la voit apparaître qu'après les étoiles de 8e grandeur. Le 10 février, on l'estime 8e,5; elle est presque ronde et son diamètre mesure 2′,5. On ne voit plus de queue. On a adopté 8″,80 pour la valeur de la parallaxe solaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la définition de l'intégrale définie.* Note de M. Émile Borel.

La lecture de l'important Mémoire que vient de publier M. Lebesgue (¹) m'a suggéré une nouvelle définition de l'intégrale définie, au sens de Lebesgue; cette nouvelle définition est, avec la définition de M. Lebesgue, à peu près dans le même rapport que la définition que j'ai donnée de la mesure des ensembles avec celle de M. Lebesgue : les deux définitions sont identiques en ce sens que (en négligeant des cas exceptionnels) elles s'appliquent en même temps et conduisent aux mêmes nombres; elles sont différentes, en ce sens qu'elles exigent des procédés de calculs différents, de sorte que, suivant les circonstances, l'une peut être plus commode à utiliser que l'autre.

Mon but est de rattacher le plus étroitement possible l'intégrale au sens de Lebesgue à l'intégrale au sens de Riemann. On sait que la définition de Riemann est étendue, par un raisonnement classique, à des fonctions admettant un point singulier; je modifie légèrement la méthode classique; soient ab l'intervalle d'intégration, c le point singulier compris entre a et b. On enfermera c dans un petit intervalle $\alpha\beta$, et l'on considérera n points de

(¹) *Sur les intégrales singulières* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1909).

division $a_1, a_2, \ldots, a_n$ compris entre a et b et non compris entre α et β; parmi les intervalles ainsi obtenus, l'un $a_i a_{i+1}$ renferme $\alpha\beta$ à son intérieur; dans le calcul de la somme de Riemann, on considérera comme longueur de cet intervalle la *différence* entre le segment $a_i a_{i+1}$ et le segment $\alpha\beta$, et l'on utilisera la valeur de la fonction pour un point ξ_i intérieur au segment $a_i a_{i+1}$, mais non intérieur à $\alpha\beta$. Si la somme de Riemann tend alors vers une limite, *quel que soit l'intervalle* $\alpha\beta$ *pourvu qu'il satisfasse à la condition essentielle de renfermer* c *à son intérieur*, et si cette limite tend elle-même vers une limite quand $\alpha\beta$ tend vers zéro, la fonction est intégrable au sens de Riemann, malgré la présence du point singulier c. Tel est le cas pour la fonction $|x|^{-\frac{1}{2}}$.

Considérons maintenant une fonction admettant une infinité de discontinuités entre a et b, et supposons qu'on puisse les enfermer dans une infinité d'intervalles $\alpha_n\beta_n$ tels que la définition précédente puisse être appliquée *mutatis mutandis*. Si, quels que soient ces *intervalles d'exclusion*, les sommes de Riemann construites comme il a été dit tendent vers une limite lorsque les longueurs des intervalles $a_i a_{i+1}$ tendent vers zéro, la limite de ces limites, lorsque la somme des intervalles d'exclusion tend vers zéro, est précisément égale à l'intégrale au sens de Lebesgue, au moins pour les fonctions bornées. Pour les fonctions non bornées, notre définition est plus générale que celle de M. Lebesgue.

La définition précédente est en apparence moins constructive que celle de M. Lebesgue, c'est-à-dire ne paraît pas fournir une méthode de calcul aussi régulière. Mais il faut prendre garde que la méthode de calcul de M. Lebesgue, dont l'intérêt théorique est très considérable, n'est pas toujours aisée à mettre en œuvre pratiquement. De plus il y a un certain intérêt, comme l'a précisément montré M. Lebesgue dans le Mémoire cité, à ramener son intégrale à des sommes riemanniennes. Enfin, il y a certainement des cas où le procédé de calcul par exclusion des intervalles renfermant les singularités est de beaucoup le plus simple et le plus naturel; c'est ce qui a lieu pour bien des fonctions définies par des séries et en particulier pour les séries de fonctions non bornées, auxquelles ne s'applique pas directement le mode de calcul de M. Lebesgue. Désignant par a_n les nombres rationnels compris entre 0 et 1, on peut citer par exemple la fonction

$$\Sigma e^{-n} | x - a_n |^{-\frac{1}{2}}.$$

La différence entre le mode de calcul qui vient d'être indiqué et celui de

M. Lebesgue apparaît plus grande dans le cas de l'intervalle d'intégration infini. La méthode de M. Lebesgue rend les intégrales simples analogues aux intégrales doubles, et non plus aux séries simples où l'ordre des termes joue un rôle pour la convergence. C'est suivant les cas un avantage ou un inconvénient.

Je serais heureux si les considérations précédentes, en rapprochant l'intégrale de Lebesgue de l'intégrale de Riemann, contribuaient à rendre plus rapidement classique son emploi, dont les avantages pour les recherches ne sont plus à démontrer.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les formes quadratiques positives et le principe de Dirichlet.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. Émile Picard.

J'ai signalé dans une Note récente quelques propriétés des systèmes d'équations linéaires dérivés des formes quadratiques positives infinies. Dans les hypothèses considérées, ces équations admettent toujours des solutions dont on peut calculer les valeurs limites par des suites d'opérations convergentes, bien que les déterminants infinis correspondants soient généralement divergents. Il est possible de généraliser la méthode dans diverses directions et de l'étendre même au cas où les inconnues, au lieu de donner un ensemble infini dénombrable, correspondent, élément par élément, aux points d'un espace continu. On se trouve ainsi conduit à envisager, à un point de vue nouveau, certains problèmes du calcul fonctionnel et du calcul des variations.

L'étude du principe de Dirichlet fournit un remarquable type d'application et démontre par un exemple frappant le parti qu'on peut tirer de ces théories dans diverses questions d'analyse.

Pour la netteté de l'exposition nous envisagerons d'abord le cas du contour polygonal.

Considérons dans le plan xOy un contour polygonal fermé P, limitant une aire simplement connexe A. A chaque sommet de ce polygone nous faisons correspondre une cote arbitraire z, ce qui détermine dans l'espace une ligne polygonale L. Nous nous proposons de faire passer par cette ligne une surface pour laquelle l'intégrale double

$$I = \iint \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right] dx\, dy$$

soit un minimum.

Au lieu de suivre la méthode de M. Hilbert, nous allons rattacher ce problème à la théorie des formes quadratiques.

Menons d'abord par la ligne L une aire polyédrale à facettes triangulaires, qui soit coupée en un seul point par toute parallèle à Oz. Les facettes se projettent sur le plan xOy suivant un réseau de triangles R qui couvre toute l'aire A. Distinguons par les indices 1, 2, 3 les coordonnées des sommets de l'une quelconque des facettes et posons

$$\Delta_{yz} = \begin{vmatrix} y_1 & z_1 & 1 \\ y_2 & z_2 & 1 \\ y_3 & z_3 & 1 \end{vmatrix},$$

Δ_{zx} et Δ_{xy} ayant des significations semblables.

Si l'ordre des sommets a été choisi de telle façon que le déterminant Δ_{xy} soit positif, l'intégrale de Dirichlet devient, pour notre surface polyédrale,

$$I = \frac{1}{2} \sum \frac{\Delta_{yz}^2 + \Delta_{zx}^2}{\Delta_{xy}}.$$

Considérée comme fonction des variables z, l'intégrale I est une forme quadratique positive $F(z)$.

Revenant au réseau R, désignons par α_1, α_2, ... les nœuds intérieurs à l'aire A; par β_1, β_2, ... les sommets du polygone P, et respectivement par z_{α_1}, z_{α_2}, ..., z_{β_1}, z_{β_2}, ... les valeurs correspondantes des cotes des sommets de la surface polyédrale. Le réseau R étant choisi, et les valeurs des z_β supposées données, nous commencerons par chercher les valeurs des z_α qui rendent minima la forme quadratique $F(z)$. Les inconnues doivent vérifier le système d'équations

$$(1) \qquad \frac{\partial F}{\partial z_{\alpha_1}} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial z_{\alpha_2}} = 0, \quad \ldots.$$

Le déterminant du système (1) par rapport aux z_α est le discriminant de la forme quadratique à laquelle se réduirait $F(z)$ si l'on y annulait tous les z_β. Or il est facile de reconnaître, d'après la définition de la forme F, que, si tous les z_β sont nuls, la forme ne peut s'annuler quand un seul des z_α est différent de zéro. Le déterminant considéré est donc différent de zéro, et le système (1) donne les z_α en fonction linéaire et homogène des z_β:

$$(2) \qquad z_\alpha = \sum C_{\alpha\beta} z_\beta.$$

Considérons maintenant une suite de réseaux de densité indéfiniment croissante, et tels que les nœuds de chacun des réseaux appartiennent à

tous les réseaux suivants, les sommets β restant fixes ainsi que les z_β. La suite décroissante des minima de F tend vers un *minimum minimorum*.

Il reste à démontrer que tous les coefficients de l'équation (2) tendent également vers des limites déterminées, indépendantes des z_β.

En examinant avec attention la résolution du système (1), on reconnaît que la valeur de l'une quelconque des inconnues, z_{α_1} par exemple, pourrait s'obtenir en cherchant d'abord le minimum $f(z_{\alpha_1}, z_\beta)$ de la forme $F(z)$ quand on y suppose données les valeurs des z_β et de z_{α_1} puis en égalant à zéro la dérivée $\frac{\partial f}{\partial z_{\alpha_1}}$. On obtient ainsi l'équation linéaire

$$\frac{1}{2}\frac{\partial f}{\partial z_{\alpha_1}} = a_{\alpha_1,\alpha_1} z_{\alpha_1} + \sum a_{\alpha_1,\beta} z_\beta = 0. \tag{3}$$

Or le minimum $f(z_{\alpha_1}, z_\beta)$ tend aussi vers un *minimum minimorum* quand on fait croître indéfiniment la densité du réseau, et, comme les coefficients sont indépendants des valeurs numériques attribuées aux variables z, il en résulte que chacun de ces coefficients tend vers une limite déterminée. D'ailleurs la forme f étant essentiellement positive, le premier coefficient de l'équation (3) ne pourrait tendre vers zéro que si tous les autres coefficients tendaient vers la même limite, ce qui conduirait à des résultats manifestement inexacts.

En résumé nous arrivons donc à la conclusion que chaque inconnue z_α est à la limite, *une fonction linéaire déterminée* des données z_β.

Dans le cas d'un contour curviligne il est possible d'employer un procédé semblable. Il suffit de remplacer les facettes planes qui ont leurs bases sur le contour par des éléments coniques ayant pour sommets des points de l'espace qui se projettent à l'intérieur de l'aire A. Chaque élément correspondant de l'intégrale I est encore une fonction du second degré de la cote du sommet, de sorte que les calculs restent les mêmes; mais l'existence des solutions est alors subordonnée à la convergence des résultats obtenus.

NOMOGRAPHIE. — *Sur la disjonction des variables des équations nomographiquement rationnelles d'ordre supérieur*. Note de M. **Farid Boulad**, présentée par M. G. Humbert.

Le problème de la disjonction des trois variables z_1, z_2, z_3 de l'équation $F_{123} = 0$ en vue de la construction d'un nomogramme à points alignés, tel qu'il a été posé par M. d'Ocagne, dans le cas où cette équation se présente

sous la forme [1]

$$F_1 F_{23} + G_1 G_{23} + H_1 H_{23} = 0, \tag{1}$$

au plus d'ordre nomographique 2 par rapport à une même variable z_1, consiste à déterminer deux systèmes de trois fonctions (F_2, G_2, H_2) et (F_3, G_3, H_3) des deux autres variables z_2 et z_3, tels que l'équation proposée puisse se mettre sous la forme

$$\begin{vmatrix} F_1 & G_1 & H_1 \\ F_2 & G_2 & H_2 \\ F_3 & G_3 & H_3 \end{vmatrix} = 0 \tag{2}$$

qui conduit à un nomogramme à simple alignement.

Ce problème se ramène à la résolution des deux identités suivantes :

$$F_2 F_{23} + G_2 G_{23} + H_2 H_{23} \equiv 0, \tag{3}$$

$$F_3 F_{23} + G_3 G_{23} + H_3 H_{23} \equiv 0, \tag{4}$$

lesquelles avec l'équation (1) donnent, par élimination, la forme cherchée (2).

Pour avoir l'un quelconque des deux systèmes de fonctions inconnues ci-dessus, par exemple le système des trois fonctions F_2, G_2, H_2 de la variable z_2 qui doivent vérifier l'identité (3), ordonnons nomographiquement cette dernière par rapport aux fonctions de l'autre variable z_3.

Soit

$$f_3 \varphi_2 + g_3 \psi_2 + h_3 \chi_2 + \ldots + t_3 \theta_2 \equiv 0 \tag{5}$$

la forme générale obtenue, d'ordre nomographique quelconque n par rapport à z_3, et dans laquelle $\varphi_2, \psi_2, \chi_2, \ldots, \theta_2$ désignent des fonctions de z_2 linéaires et homogènes en F_2, G_2, H_2.

Pour exprimer que l'équation (5) doit avoir lieu quelle que soit la variable z_3, appliquons le principe de la recherche des valeurs critiques, adopté par M. d'Ocagne, en introduisant la notion de ces valeurs [2]; nous aurons le système de $(n+1)$ équations linéaires et homogènes

$$\varphi_2 = 0, \qquad \psi_2 = 0, \qquad \chi_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad \theta_2 = 0. \tag{6}$$

---

(1) La notation ici employée est celle de M. d'Ocagne, qui consiste, en faisant correspondre un indice à chaque variable, à affecter chaque signe fonctionnel des indices de toutes les variables sur lesquelles il porte.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1er semestre 1907, p. 190.

M. d'Ocagne a d'ailleurs fait voir que, grâce à la considération de ces valeurs critiques, la construction du nomogramme, dans le cas des équations d'ordre nomographique 3 et 4, peut être effectuée sans disjonction préalable.

Cela posé, il suffit maintenant de vérifier la compatibilité de ce système, quel que soit z_2, et d'en résoudre ensuite deux équations quelconques, pour avoir le système des trois fonctions inconnues F_2, G_2, H_2.

Si, en opérant de même pour déterminer les trois autres fonctions F_3, G_3, H_3, on trouve que le système des équations linéaires et homogènes obtenues

$$\varphi_3 = 0, \qquad \psi_3 = 0, \qquad \chi_3 = 0, \qquad \ldots, \qquad \theta_3 = 0$$

est aussi compatible, quel que soit z_3, la disjonction complète des variables de l'équation (1) est effectuée sous la forme voulue. Sinon, on démontre aisément que cette équation ne peut être ramenée à cette forme, à moins peut-être d'une anamorphose non homographique.

Telle est la méthode que nous proposons d'appeler *méthode des coefficients indéterminés*.

Il convient de remarquer qu'en l'appliquant dans la pratique, il n'est pas nécessaire d'écrire les deux équations (3) et (4); on les a immédiatement en substituant successivement dans l'équation (1), au système F_1, G_1, H_1, les deux systèmes correspondant à z_2 et z_3.

Application. — Soit à effectuer la disjonction des variables de l'équation suivante, d'ordre nomographique 6, la plus générale, écrite d'après la notion d'ordre de M. Soreau :

$$f_3(f_1 A_2 + g_1 L_2 + P_2) + g_3(f_1 A'_2 + g_1 L'_2 + P'_2) + h_3(f_1 A''_2 + g_1 L''_2 + P''_2) = 0,$$

dans laquelle on a, d'une manière générale,

$$\begin{aligned}
A_2 &= a_2 f_2 + b_2 g_2 + c_2, \\
L_2 &= l_2 f_2 + m_2 g_2 + n_2, \\
P_2 &= p_2 f_2 + q_2 g_2 + r_2; \\
A'_2 &= a'_2 f_2 + b'_2 g_2 + c'_2, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
P''_2 &= p''_2 f_2 + q''_2 g_2 + r''_2,
\end{aligned}$$

f_2, g_2, h_2 désignent des fonctions de z_2, et $a_2, b_2, \ldots, q''_2, r''_2$ représentent des constantes quelconques.

Appliquons la méthode ci-dessus d'abord à la recherche du système F_1, G_1, H_1. Pour cela, substituons cette lettre respectivement à f_3, g_3, h_3 dans l'équation proposée, et ordonnons nomographiquement celle-ci par rapport à z_2. En y annulant les coefficients de f_2, g_2, 1, nous aurons un système de trois équations linéaires et homogènes en F_1, G_1, H_1 que nous appelle-

rons (Σ_1). Soit aussi (Σ_2) le système de trois équations linéaires et homogènes correspondant à F_2, G_2, H_2, qu'on obtient par la même marche.

Posons d'une manière générale

$$A = a_2 x + a'_2 y + a''_2, \qquad B = b_2 x + b'_2 y + b''_2, \qquad \ldots, \qquad R = r_2 x + r'_2 y + r''_2.$$

Je dis que si le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} A & B & C \\ L & M & N \\ P & Q & R \end{vmatrix}$$

est identiquement nul, les deux systèmes (Σ_1) et (Σ_2) sont simultanément compatibles.

En effet, substituons, dans (Σ_1), à F_1, G_1, H_1 respectivement x, y, 1, nous aurons un système de trois équations à deux couples corrélatifs (x, y) et (f_1, g_1). Or on exprime que le système (Σ_1) est compatible en rendant identiquement nul le déterminant complet correspondant à l'un quelconque de ces deux susdits couples. En effectuant l'élimination du couple (f_1, g_1), on obtient précisément la condition ci-dessus $\Delta = 0$.

En faisant le même raisonnement sur le système (Σ_2), on retrouve cette même condition de compatibilité. D'où le théorème suivant :

Si le déterminant Δ *est identiquement nul, l'équation d'ordre* 6 *la plus générale est représentable en un nomogramme à points alignés.*

Si cette condition est remplie, les deux systèmes (Σ_1) et (Σ_2) fournissent immédiatement les fonctions inconnues. Au moyen de celles-ci, on forme les équations des échelles (z_1) et (z_2).

Quant aux équations en coordonnées cartésiennes des supports de ces échelles, elles s'obtiennent en éliminant z_1 et z_2 entre les rapports

$$\frac{f_1}{\Delta_a} = \frac{g_1}{\Delta_l} = \frac{1}{\Delta_p} \qquad \text{et} \qquad \frac{f_2}{\Delta_a} = \frac{g_2}{\Delta_b} = \frac{1}{\Delta_c},$$

dans lesquels les Δ_k sont les déterminants mineurs figurant dans les deux développements suivants :

$$\Delta = A\,\Delta_a + L\,\Delta_l + P\,\Delta_p = A\,\Delta_a + B\,\Delta_b + C\,\Delta_c.$$

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance de l'air.* Note de M. **Carlo Bourlet**, présentée par M. Émile Picard.

M. G. Eiffel a présenté tout récemment, à la Société des Ingénieurs civils, une Communication relative à de nouvelles expériences dans lesquelles

il mesure non seulement la poussée totale d'un courant d'air sur une surface immobile, mais en outre les pressions normales aux divers points.

Il y a déjà longtemps que j'ai acquis la conviction que la mesure de la *poussée totale* était insuffisante et qu'on ne parviendrait à des résultats utilisables qu'en recherchant la *loi de distribution* de la pression aux divers points de la surface.

Pour entreprendre de pareilles expériences avec fruit, et les relier par une formule, il est très utile d'être guidé par une idée *a priori* sur la forme de la formule qu'il convient d'adopter.

Je me propose, dans cette Note, de montrer comment, en partant d'un résultat expérimental fort simple, j'ai été conduit à formuler une loi plausible de la distribution de la pression sur une surface plane se déplaçant dans l'air.

Considérons, à cet effet, un rectangle de dimensions a et l se déplaçant dans un air calme d'un mouvement de translation rectiligne de façon que les deux côtés parallèles, de longueur commune a, soient rectangulaires avec la direction de la vitesse de translation. Nous n'envisagerons, dans ce qui va suivre, que la composante de la poussée qui est normale au plan.

Des raisons de symétrie conduisent tout d'abord à admettre que la pression normale est la même en tous les points d'une parallèle au bord d'attaque a, sauf au voisinage des bords latéraux l. Si donc on raisonne sur un rectangle de dimensions assez grandes pour pouvoir négliger les effets perturbateurs des bords, on est amené à admettre que, toutes choses égales d'ailleurs, la pression normale p en un point est uniquement une fonction de la distance x de ce point au bord d'attaque.

Dans ces conditions, la poussée normale totale sur une bande de largeur dx, à la distance x du bord d'attaque, est égale à $ap\,dx$, et son point d'application est le milieu de cette bande.

La poussée normale totale P sur le rectangle entier est alors donnée par la formule

$$\text{(1)} \qquad \mathrm{P} = a\int_0^l p\,dx;$$

et son point d'application (centre de poussée) se trouve sur la ligne médiane du rectangle à une distance δ du bord d'attaque telle qu'on ait

$$\text{(2)} \qquad \mathrm{P}\delta = a\int_0^l px\,dx.$$

Pour tirer parti des formules (1) et (2), posons

$$p = \frac{d^2\varphi}{dx^2},$$

φ étant une fonction inconnue de x qui contient linéairement deux constantes arbitraires dont on peut disposer de façon que φ et $\frac{d\varphi}{dx}$ s'annulent à la fois pour $x = 0$.

Les formules (1) et (2) deviennent alors

$$\text{(3)} \qquad P = a\frac{d\varphi}{dl},$$

$$\text{(4)} \qquad P\delta = al\frac{d\varphi}{dl} - a\varphi(l);$$

on en tire

$$\text{(5)} \qquad \frac{\delta}{l} = 1 - \frac{\varphi(l)}{l\frac{d\varphi}{dl}}.$$

La position du centre de poussée a été étudiée expérimentalement par Avanzani, Joessel, Langley, et plus récemment par MM. Soreau et Rateau. Or tous ceux de ces expérimentateurs qui ont traduit les résultats de leurs expériences par une formule ont été amenés à conclure, qu'au moins pour les angles d'attaque inférieurs à 25°, le rapport $\frac{\delta}{l}$ est *indépendant de l* et est uniquement une fonction de cet angle d'attaque α. Il en résulte que si cette loi expérimentale est exacte, ce que je suppose provisoirement, on peut poser $\frac{\delta}{l} = r$, r étant une constante par rapport à l, et l'égalité (5) fournit une équation différentielle pour déterminer φ en fonction de l:

$$(1 - r)l\frac{d\varphi}{dl} - \varphi(l) = 0,$$

qui donne

$$\varphi(l) = Cl^{\frac{1}{1-r}},$$

r étant une fonction de l'angle d'attaque α, et C dépendant uniquement de la vitesse v et de l'angle α.

On en conclut

$$P = \frac{aC}{1 - r}l^{\frac{r}{1-r}}$$

et

$$p = \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{Cr}{(1 - r)^2}x^{\frac{2r-1}{1-r}}.$$

r variant de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ (environ) lorsque α décroît de 90° à 0, l'exposant de x est négatif. Nous poserons

$$h(\alpha) = \frac{1 - 2r}{1 - r}.$$

D'autre part, en exprimant que pour $\alpha = 90°$, $r = \frac{1}{2}$, la poussée normale totale est égale à $k\mu S v^2$, S étant la surface du rectangle, μ la masse spécifique de l'air et k un coefficient numérique, on conclut que $\frac{C}{1-r}$ est de la forme

$$\frac{C}{1-r} = k\mu v^2 f(\alpha),$$

$f(\alpha)$ étant une fonction de α telle que $f(0) = 0$, $f(90°) = 1$. L'expression finale de P est alors

$$(6) \qquad P = k\mu S v^2 f(\alpha) l^{-h(\alpha)},$$

et la distribution de la pression est donnée par la formule

$$(7) \qquad p = k\mu v^2 f(\alpha)(1-h) x^{-h(\alpha)}.$$

Si l'on appelle P et P' les poussées normales totales sur le même rectangle, à la vitesse v et sous le même angle d'attaque α, suivant que le bord d'attaque est a ou l, on a, d'après la formule (6),

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{l}{a}\right)^{h(\alpha)}.$$

Par exemple, d'après les expériences récentes de M. Rateau [1] pour $\alpha = 6°$, on a

$$r = \frac{1}{4}, \qquad \text{d'où} \qquad h = \frac{2}{3}$$

et

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{l}{a}\right)^{\frac{2}{3}}.$$

Je suis en possession de ces résultats depuis environ 6 mois. Sur mes indications, mon ancien élève et ami, M. Armand de Gramont de Guiche, a entrepris, en son laboratoire, depuis 3 mois, une série d'expériences pour étudier expérimentalement la distribution de la pression sur une surface plane ou courbe et, en particulier, pour vérifier l'exactitude des formules (6) et (7) et déterminer les deux fonctions $h(\alpha)$ et $f(\alpha)$ qui y figurent. Les premiers résultats obtenus paraissent confirmer les prévisions ci-dessus. Le dispositif expérimental adopté par le duc de Guiche a des analogies avec celui de M. Eiffel; il en diffère essentiellement en ce que dans ces expériences la surface étudiée est mobile dans un air calme indéfini.

---

[1] *Comptes rendus*, 21 juin 1909.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le polonium.* Note de Mme **P. Curie** et M. **A. Debierne**, présentée par M. Lippmann.

On sait que parmi les substances nouvelles fortement radioactives le polonium est celle qui a été découverte en premier lieu. Bien des efforts ont déjà été faits en vue d'isoler cette substance et de la caractériser comme élément chimique, mais malgré la très grande activité des produits obtenus ce résultat n'a pas encore été atteint. La théorie des transformations radioactives prévoit que la quantité de polonium présent dans les minéraux radioactifs doit être très faible. D'après cette théorie le polonium est considéré comme un descendant du radium, et la proportion relative de ces substances à l'état d'équilibre radioactif est égale au rapport de leurs vies moyennes. La vie moyenne du radium étant environ 5300 fois plus grande que celle du polonium, et le radium pouvant se trouver dans la pechblende en proportion voisine de $0^g,2$ par tonne, on voit que le même minerai ne pourrait contenir que $0^{mg},04$ environ de polonium par tonne. Plusieurs problèmes de grande importance en radioactivité se rattachent à l'isolement du polonium. Ce corps est un élément instable qui paraît représenter le dernier terme radioactif dans la série des dérivés du radium; on peut donc espérer mettre en évidence la formation d'un élément inactif à partir du polonium. De plus le polonium donnant lieu à une émission de rayons α, doit produire de l'hélium; or cette production n'avait pu être observée jusqu'à présent, et il était important de savoir s'il y avait là réellement un fait incompatible avec la théorie.

Nous avons entrepris récemment un traitement chimique ayant en vue la préparation de polonium à l'état très concentré. Ce traitement était fait sur quelques tonnes de résidu de minerai d'urane, dont nous pouvions disposer pour cet usage. Le minerai était traité par une solution chaude d'acide chlorhydrique assez concentré, ce qui a pour effet de dissoudre presque complètement le polonium. La solution qui ne contient pas de radium a été soumise dans une usine à un traitement ayant pour but l'extraction de la matière active. Ce traitement qui a été fait sous notre direction et qui sera décrit dans un Mémoire plus étendu, a fourni environ 200^g de matière dont l'activité moyenne était 3500 fois plus grande que celle de l'uranium et qui contenait principalement du cuivre, du bismuth, de l'uranium, du plomb, de l'arsenic; l'activité était due au polonium. Nous avons cherché à purifier cette matière par un traitement effectué au laboratoire.

Pour cela, la dissolution chlorhydrique a été précipitée par l'ammoniaque pour éli-

miner le cuivre; les hydrates étaient soumis à l'ébullition avec une solution de soude, afin de dissoudre le plomb; ils ont été traités ensuite par une dissolution chaude de carbonate d'ammoniaque pour dissoudre l'uranium. Tous ces traitements ont été répétés plusieurs fois. Les carbonates insolubles, finalement obtenus, ont été dissous dans l'acide chlorhydrique, et la solution a été traitée par le protochlorure d'étain. Les traitements dans leur ensemble ont été très efficaces, l'activité primitive se retrouvant dans le précipité final d'une manière suffisamment complète, ce dont nous nous sommes assurés par une méthode de dosage convenable.

Le précipité qui pesait environ 1^g a été redissous, et la solution chlorhydrique a été précipitée par l'hydrogène sulfuré; les sulfures ont été lavés au sulfure de sodium; ils ont ensuite été redissous, et la solution a été reprécipitée par le chlorure stanneux; le précipité obtenu était de quelques milligrammes. L'analyse spectrale, effectuée sur cette matière, a mis en évidence la présence d'éléments très variés : mercure, argent, étain, or, palladium, rhodium, platine, plomb, zinc, baryum, calcium, aluminium. Quelques-uns de ces éléments devaient provenir de l'attaque des vases utilisés. En essayant de purifier la matière active, nous avons rencontré de grandes difficultés et nous avons reconnu qu'il était très difficile d'obtenir sans perte une matière de composition plus simple. C'est ainsi que, en essayant de séparer le plomb par un traitement à la potasse, nous avons constaté que le polonium avait passé en grande partie en dissolution, alors que nous avions pu utiliser sans danger ce même traitement en présence d'éléments insolubles dans ces conditions; de cette solution alcaline, le polonium n'a pu être reprécipité que par addition de sulfure alcalin. Les réactions qui se sont toujours montrées sûres sont : la précipitation à l'état de sulfure en solution acide ou alcaline et la précipitation par le protochlorure d'étain. Nous avons constaté aussi que le polonium se dépose très facilement par électrolyse, et que ce moyen peut être utilisé pour une séparation quantitative quand on veut extraire le polonium d'une dissolution acide. Mais on dépose en même temps les métaux tels que l'or, le platine, le mercure, etc. Après de nombreux essais, l'activité se trouvait concentrée sur 2^{mg} de matière environ.

L'activité a été mesurée par la méthode électrique. Pour cela, une fraction connue et très petite de la dissolution était évaporée sur une lamelle de verre; on déterminait en valeur absolue le courant de saturation obtenu avec cette lamelle dans un appareil de mesure convenable. Connaissant la valeur de la charge d'un ion gazeux ($4,7.10^{-10}$ unité E. S.) et le nombre d'ions produits par une particule α du polonium le long de son parcours complet (environ $1,6.10^5$), on peut calculer le nombre des particules α émises par seconde. Connaissant de plus la vitesse de destruction du polonium (diminution de moitié en 140 jours), et le nombre des molécules contenues dans une molécule-gramme (environ 6.10^{23}), on peut calculer la quantité de polonium, dont le poids atomique est supposé voisin de 200. On peut aussi calculer le volume d'hélium qui se forme en un temps donné, en admettant que chaque particule α est un atome d'hélium.

Nous avons trouvé ainsi que la quantité de polonium obtenue devait monter à environ $0^{mg},1$; cette quantité est celle qui doit se trouver d'après la théorie dans deux tonnes environ d'une bonne pechblende. Notre matière active pouvait ainsi contenir quelques pour 100 de polonium, de sorte que l'analyse spectrale pouvait être tentée avec quelque chance de succès. Plusieurs spectres d'étincelle ont été obtenus et photographiés; malheureusement chacune de ces opérations entraîne une perte assez importante de matière.

L'aspect du spectre est compliqué; plusieurs éléments étaient présents : or, platine, mercure, palladium, rhodium, iridium. Dans certains spectres on constatait aussi la présence de métaux alcalino-terreux qui provenaient probablement de l'attaque des vases et qu'on éliminait par électrolyse. Après examen attentif des différents spectres et identification aussi complète que possible des raies connues par leurs longueurs d'onde (Recueils de Exner et Haschek, Watts) ou par des spectres de comparaison obtenus avec le même spectrographe, il reste quelques raies qui peuvent être attribuées avec quelque vraisemblance au polonium. Voici les longueurs d'onde de ces raies :

Faible	4642,0
Assez forte	4170,5
Faible	3913,6
Très faible	3652,1

D'autres raies ont une attribution douteuse, ce sont les suivantes :

Moyenne, pourrait être une raie parasite	4651,5
Moyenne, peut être identique à 3961,7 de l'aluminium	3961,5
Faible, peut être identique à 3668,6 du platine	3668,5

La précision des mesures est assez bonne; l'erreur ne dépasse probablement pas 0,3 unité Ångström. Pour l'identification des raies, on se base non seulement sur la longueur d'onde, mais aussi sur l'intensité relative.

Nous comptons examiner à nouveau le spectre, quand le polonium sera détruit, ce qui permettra d'avoir une opinion définitive sur l'attribution des raies indiquées plus haut. On peut aussi espérer voir le spectre de l'élément formé aux dépens du polonium. D'après la théorie, cet élément pourrait être le plomb; le plomb n'est pas totalement absent de notre produit, mais son spectre est très faible.

Nous avons constaté que la substance active obtenue ne donne lieu à aucune production de radioactivité induite, ni à aucune émission appréciable de rayons pénétrants. Nous avons constaté un dégagement extrêmement minime d'émanation du radium.

Une partie de la solution a été utilisée pour l'étude des gaz dégagés. Cette solution était introduite dans un tube de quartz placé lui-même dans un appareil qui pouvait être complètement purgé d'air. La solution dégage beaucoup de gaz; il est facile d'observer la formation continue de bulles gazeuses, ce qui prouve qu'il y a décomposition de l'eau; cette décomposition doit être attribuée à l'action des rayons α du polonium. Les gaz dégagés sont presque totalement absorbables par l'action du cuivre et de l'oxyde de cuivre chauffés, de la potasse et de l'anhydride phosphorique. Le faible résidu gazeux était recueilli et examiné par l'un de nous suivant sa méthode antérieurement utilisée pour l'examen des gaz dégagés par l'actinium et le radium (¹). Ce résidu est de l'hélium sensiblement pur, dont le spectre complet était observé et dont le volume a pu être mesuré. Ce volume était égal à $1^{mm^3},3$ sous la pression atmosphérique, l'accumulation ayant eu lieu pendant 100 jours. Ce volume est très voisin de celui que prévoit la théorie et qui est égal à $1^{mm^3},6$. Le fait de la production d'hélium par le polonium se trouve donc établi, avec l'ordre de grandeur prévu. Nous nous proposons de faire une détermination aussi exacte que possible de ce volume jointe à des expériences de numération des particules α émises, de manière à obtenir la valeur du nombre de molécules contenues dans une molécule-gramme. Cette méthode directe semble particulièrement avantageuse quand on utilise une solution de polonium, les particules α pouvant être en ce cas très complètement absorbées par le liquide.

Au cours des expériences, un curieux effet des rayons a été constaté. Le polonium étant conservé à sec dans une petite capsule de quartz, celle-ci s'est trouvée fendillée en un grand nombre d'endroits en face de la substance; la production de ces fentes peut être attribuée à des décharges électriques.

Un dégagement abondant d'ozone était généralement constaté au voisinage de la substance.

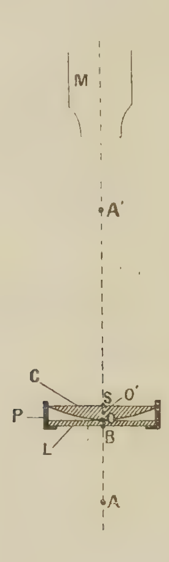
OPTIQUE. — *Sur la mesure de l'indice de réfraction des liquides au moyen du microscope.* Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. E. Bouty.

La méthode suivante dérive de la méthode de Brewster pour la mesure de l'indice des liquides, mais elle est beaucoup plus précise.

Une lame de verre à faces parallèles L sur laquelle repose une lentille

(¹) Debierne, *Comptes rendus,* 1905-1909.

plan-convexe C est disposée au-dessus d'un point lumineux A. Le liquide à étudier a été introduit entre la lame et la lentille.



Au moyen d'un microscope M on pointe successivement les images O' et A, que le système donne :

1° Du point de contact O de la lame et de la lentille;

2° Du point lumineux A.

Soient Δ le déplacement du microscope, ν l'indice du liquide. On trouve

$$\nu = A - \frac{B}{\Delta}, \tag{1}$$

A et B désignant deux constantes positives qui, dans le cas particulier où A est à l'infini, ont pour valeurs respectives $A = N$, $B = R$; N et R désignant l'indice et le rayon de courbure de la lentille.

Le coefficient $A = N$, préalablement déterminé par les méthodes goniométriques, peut être supposé exactement connu ainsi que l'indice ν_1 d'un liquide déterminé qui servira à calculer B.

Des deux pointés d'où l'on déduit Δ, le premier, celui sur O', indépendant à la fois des imperfections de la lame L, des aberrations de la surface courbe, de la nature et de l'opacité du liquide, est susceptible de beaucoup de perfection; on peut l'effectuer une fois pour toutes au début de chaque série de mesures. La précision dépend surtout du second pointé. La discussion, confirmée par mes essais, montre qu'en lumière monochromatique l'erreur peut être facilement rendue inférieure à 0,001.

Pour perfectionner le second pointé on pourra employer un ménisque

liquide biconcave (au lieu de plan-concave), c'est-à-dire interposer le liquide entre deux verres convexes en contact par leur sommet et choisir les rayons de courbure de manière à rendre minima les aberrations sphériques moyennes.

Dans les essais que j'ai effectués, une croix tracée très légèrement au diamant sur la lame L servait de réticule pour le premier pointé. Cette lame était sertie dans un petit cadre circulaire qu'un système de quatre vis permettait de déplacer dans son propre plan, à la manière d'un réticule de cathétomètre. La lentille C restant immobile, on pouvait ainsi amener exactement la croisée du réticule au centre des anneaux d'interférences qui se forment autour du point de contact O. Les déplacements du microscope M étaient obtenus à l'aide d'une crémaillère et d'un pignon, et mesurés au moyen d'un vernier au $\frac{1}{10}$ se déplaçant le long d'une graduation en demi-millimètres.

Quant au deuxième pointé, je l'effectuais sur un micromètre, tracé sur verre, disposé au foyer d'un collimateur et éclairé latéralement à la manière des particules ultramicroscopiques. Dans ces conditions, les traits du réticule peuvent être rendus excessivement fins : ils apparaissent néanmoins avec une grande netteté dans le champ du microscope, alors qu'éclairés par transparence, ils seraient complètement invisibles. Un écran Monpillard m'a permis d'opérer en lumière verte très sensiblement monochromatique.

Le réglage effectué, un seul pointé suffit pour la mesure de l'indice. La méthode n'exige d'ailleurs qu'une *très petite goutte* de liquide et la petitesse de l'épaisseur traversée la rend applicable aux liquides translucides. Enfin le faible volume de la monture permet de communiquer facilement au système optique une température uniforme et constante.

La construction d'un réfractomètre basé sur ces principes est en ce moment à l'étude.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'alumine provenant de l'oxydation à l'air de l'amalgame d'aluminium.* Note de M. **P.-Roger Jourdain**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait depuis longtemps que l'aluminium amalgamé s'oxyde spontanément au contact de l'air en donnant des masses très légères d'alumine. Zunino (¹) a décrit cette matière comme un hydrate à 5^{mol} d'eau. Plus récemment, M. Robin (²) a reconnu que cette alumine pouvait servir au

(¹) *Gazzet. ch. ital.*, 1re série, t. XXX, 1890, p. 194.
(²) *Rev. Métal.*, t. V, 1908, p. 751.

polissage des métaux les plus durs (l'acier trempé) et remplacer l'alumine calcinée provenant de l'alun ammoniacal, propriété qui conduirait plutôt à envisager cette matière comme un corps anhydre, car la dureté des hydrates est toujours relativement assez faible.

Je me suis proposé de déterminer la composition chimique exacte de ce corps. Pour l'obtenir à l'état de pureté et en quantité un peu abondante, j'ai employé le dispositif expérimental suivant :

Une plaque d'aluminium bien décapée est introduite au fond d'une cuvette de porcelaine, chargée d'une lourde éprouvette pour la maintenir en place et recouverte de 3^{cm} à 4^{cm} de mercure. L'amalgame formé se dissout dans le bain de mercure et vient s'oxyder à sa surface, en formant une masse ouatée blanche, dont l'épaisseur peut atteindre 5^{cm} à 7^{cm} en 48 heures; cette matière est extrêmement légère, car elle pèse environ $1^{g},5$ au litre. Elle est encore transparente sous une épaisseur de 2^{cm} ou 3^{cm} avec une coloration brunâtre; vue par réflexion, elle paraît, au contraire, bleuâtre. Elle paraît constituée par la juxtaposition de fibres parallèles perpendiculaires à la surface du mercure.

On peut très facilement la diviser en fragments, parallèlement à la direction de ses fibres, mais il est impossible de la couper perpendiculairement sans la désagréger complètement.

L'analyse de six échantillons, provenant de préparations différentes, ont donné des résultats très voisins, correspondant, en moyenne, aux chiffres suivants :

Eau	46,5
Mercure	3,5
Alumine (par différence)	50
Total	100,0

Le mercure paraît se trouver disséminé dans la masse en petits globules, visibles au microscope. La proportion d'eau est exactement celle qui correspondrait à l'hydrate de Zunino. La formule $Al^2O^3,5H^2O$ exige, en effet, 46,9 pour 100 d'eau.

On ne connaît pas d'hydrate cristallisé, correspondant à cette formule; on sait, d'autre part, que les corps extrêmement divisés, comme cette alumine, exercent une condensation énergique sur la vapeur d'eau de l'atmosphère. Pour rechercher si tout ou partie de cette eau n'était pas simplement de l'eau hygrométrique condensée, on a placé cette alumine dans des atmosphères à des degrés hygrométriques différents; l'une saturée de vapeur d'eau par la présence d'une masse d'eau liquide, une autre desséchée par l'acide sulfurique. Une combinaison définie n'aurait pas dû changer de poids.

Or on a observé au contraire, dans chaque cas, une variation de poids correspondant à une absorption ou à un départ d'eau :

Échantillon en présence de SO^4H^2.

Perte en 17 heures	....	9,105 pour 100
» 58 »	....	13,52 »
» 70 »	....	14,5 »

Échantillon en présence de H^2O.

Gain en 17 heures	....	11,09 pour 100
» 58 »	....	18,26 »
» 70 »	....	23,93 »

Une seconde série d'expériences a été faite en chauffant l'alumine à différentes températures, pendant des temps plus ou moins considérables, avec l'espoir d'enlever l'eau hygrométrique. On aurait dû alors arriver à un poids constant, restant tel dans un certain intervalle de température.

Cette condition n'a pu être réalisée, car si les pertes d'eau, à une température donnée, sont rapides au début, elles décroissent progressivement et continuent à se produire pendant des temps extrêmement longs; elles se remettent à croître rapidement, dès qu'on élève la température.

Les pertes de poids sur un échantillon donné, maintenues à 100° dans l'air, ont été les suivantes :

	Heures.					
	4.	7.	22.	31.	46.	55.
Pertes pour 100........	14,36	15,83	22,07	22,61	23,68	23,70

Au bout de 3 jours, on n'était donc pas encore arrivé à un poids invariable. Un autre échantillon chauffé pendant 10 jours avait perdu un peu plus, 25,9 pour 100, sans que rien autorise à supposer que la limite définitive fût atteinte.

En présence de cette impossibilité d'arriver à un poids constant à 100° dans l'air, de nouvelles expériences furent faites à la même température en présence de chaux vive dans le vide; on arrive ainsi assez rapidement à une perte limite sensiblement constante de 24 pour 100, à peu près la même que dans l'air. Mais en élevant la température, la perte limite devient toute différente (à 200° dans le vide en présence d'anhydride phosphorique). Voici, en résumé, les teneurs finales en eau des matières obtenues dans

différentes conditions de dessiccation :

1 jour, 15° dans l'air	46 pour 100
8 jours, 60° dans l'air	35 »
10 jours, 110° dans le vide	22 »
14 heures, 200° dans le vide	9 »

Ces proportions d'eau ne peuvent se rattacher à aucun des différents hydrates possibles d'alumine :

	Eau pour 100.
$Al^2O^3, 5H^2O$	46,87
$Al^2O^3, 4H^2O$	39,13
$Al^2O^3, 3H^2O$	34,61
$Al^2O^3, 2H^2O$	26,08
Al^2O^3, H^2O	15

L'absence de combinaison définie entre l'eau et l'alumine est encore confirmée par ce fait que la matière calcinée reprend peu à peu de l'eau à l'air ordinaire, environ 10 pour 100 de son poids en 24 heures.

Les matières simplement desséchées à 100° ou 200° reprennent plus rapidement que celles calcinées une partie de l'eau qu'elles ont perdue.

L'ensemble de ces mesures semble donc bien prouver que l'alumine, obtenue par l'oxydation à l'air de l'amalgame d'aluminium, n'est pas, malgré sa forte teneur en eau, constituée par un hydrate défini.

Cette matière, extrêmement divisée, possède des propriétés optiques et un pouvoir absorbant pour les gaz donnant lieu à quelques particularités intéressantes. Nous nous proposons de les étudier.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde dimère de l'aldéhyde crotonique et l'acide correspondant.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. A. Haller.

Dans la préparation de l'aldéhyde crotonique que j'ai indiquée, au moyen de l'acide sulfurique et de l'aldéhyde ou du paraldéhyde [1], il se forme toujours un peu d'un composé $C^8H^{12}O^2$, dimère de l'aldéhyde crotonique. Ce point est intéressant, car en 1883 Wurtz [2] entreprit sans

[1] M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1316. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVI, 1909, p. 136.

[2] Ad. Wurtz, *Comptes rendus*, t. XCVII, 1883, p. 1169.

succès des expériences spéciales pour obtenir l'aldol de l'aldéhyde crotonique qui aurait eu précisément la formule $C^8H^{12}O^2$, et l'on n'a jamais signalé de produit de cette composition dans les réactions les plus propices à sa formation.

Comme la nouvelle substance forme aisément des composés bien définis, je me suis attaché à son étude en vue d'en élucider la constitution, et tout d'abord j'ai cherché à me la procurer un peu plus abondamment, car 1^{kg} de paraldéhyde n'en fournit guère que 20^g à 25^g après beaucoup de peine. Guidé par cette idée qu'elle prend naissance dans l'action de l'acide sulfurique dilué sur l'aldéhyde crotonique préalablement issu d'une première réaction, j'ai entrepris un nombre considérable d'essais méthodiques, plus de 30 portant chaque fois sur 10^g à 50^g d'aldéhyde crotonique, où j'ai fait varier la nature de l'acide, sa concentration, les rapports entre l'aldéhyde et l'acide, la durée de contact, la température, etc., essais d'ailleurs assez pénibles avec un liquide âcre comme l'aldéhyde crotonique.

J'ai reconnu tout de suite que Wurtz avait employé dans ses expériences un acide chlorhydrique trop concentré ; il ne pouvait obtenir de dimère; à sa place prennent naissance des produits de condensation de l'aldol. Les proportions les plus avantageuses sont : aldéhyde crotonique, 1 partie; eau, 5 parties; acide chlorhydrique ($d = 1,18$), 1 partie. Ce mélange donne le meilleur rendement, 20-22 pour 100, si on le distille après 5 jours de repos à la température ordinaire; si on le distille tout de suite, il ne donne presque rien; si au bout des 5 jours on l'extrait par l'éther, l'éther ne contient pas de dimère.

Ces constatations curieuses démontrent que le dimère se fait au moment où l'on chauffe, à partir d'un produit qui se forme progressivement à froid dans les conditions de l'expérience, et les plus grandes vraisemblances indiquent qu'il doit naître par réaction de l'aldol (issu de l'hydratation lente de l'aldéhyde crotonique) sur une autre portion d'aldéhyde crotonique; en effet, si l'on distille tout de suite un mélange où l'on a substitué moitié d'aldol à l'aldéhyde crotonique, on a 20 pour 100 de dimère. On en a aussi, mais moins, si l'on opère avec de l'aldol seul; il se forme en même temps de l'aldéhyde crotonique, de sorte qu'on retrouve encore les conditions de formation du dimère, mais sans pouvoir affirmer absolument si c'est l'aldol seul, l'aldéhyde crotonique seul ou le mélange des deux qui concourt à former le composé $C^8H^{12}O^2$.

Quoi qu'il en soit, j'ai pensé qu'un chauffage de courte durée pourrait remplacer les 5 jours de repos à la température ordinaire et, en effet, en distillant le mélange signalé plus haut après une demi-heure d'ébullition à reflux, j'ai obtenu de bons résultats. 600^g d'aldéhyde crotonique, traités par fractions de 50^g, ont fourni 100^g de dimère passant à 86°-87° sous 18^{mm}, en même temps que 200^g d'aldéhyde crotonique étaient récupérés. Ce lot a présenté $d_4^0 = 1,0216$ (j'avais indiqué 1,0191) et $n_D^{25} = 1,48441$.

L'acide sulfurique donne de moins bons résultats en raison des fortes résinifications qu'il provoque, mais l'acide phosphorique peut remplacer l'acide chlorhydrique, à

une concentration moléculaire beaucoup plus élevée toutefois; par contre, l'acide oxalique et le chlorure de zinc sont tout à fait inefficaces.

Le composé $C^8H^{12}O^2$ est un liquide presque incolore, d'odeur spéciale; c'est un monoaldéhyde: outre l'oxime et la semicarbazone déjà signalées, il fournit une aldazine $(C^8H^{12}O:N.)^2$ qui cristallise en beaux prismes transparents, couleur de soufre, fusibles nettement à 168°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, moins dans l'éther.

Traité par la potasse alcoolique, il ne fournit que des quantités insignifiantes d'un acide cristallisé, dans les conditions classiques où le furfurol et l'aldéhyde benzoïque sont transformés régulièrement en alcool et acide; mais en appliquant le procédé d'oxydation que j'ai indiqué avec M. Bonnet [1], on arrive aisément à transformer l'aldéhyde en acide.

L'acide, par évaporation de sa solution éthérée, cristallise avec la composition $C^8H^{14}O^4$; mais c'est un hydrate $C^8H^{12}O^3 + H^2O$ comme le montre la cryoscopie en milieu acétique (trouvé P. M., 189-193; calculé, 174); il perd vite son eau à 60° ou sur l'acide sulfurique dans le vide; très lentement, s'il n'y a pas de vide. Il est soluble dans 133 parties d'eau à 18°, très soluble dans l'alcool, moins dans l'éther, peu dans le benzène. Hydraté, il fond à 68°-71°, suivant la vitesse avec laquelle on le chauffe; anhydre, il fond à 85°-87° et distille sans décomposition à 262°-264°. Ses sels sont très solubles; je n'ai préparé que le sel d'argent et le sel de baryum à l'état cristallisé.

Son éther éthylique $C^7H^{11}O.CO^2.C^2H^5$ est un liquide incolore, d'odeur agréable, fruitée, distillant à 107°-109° sous 18^{mm};

$$d_4^0 = 1,0323; \qquad d_4^{20} = 1,0140; \qquad N_D^{19} = 1,46102.$$

Saponifié, il régénère l'acide.

L'acide en solution aqueuse est transformé quantitativement par l'eau de brome selon l'équation

$$C^8H^{12}O^3 + H^2O + Br^2 = C^8H^{13}O^4Br + HBr,$$

en un acide $C^8H^{13}O^4Br$ très soluble dans l'eau et l'éther, cristallisable en beaux prismes monocliniques, transparents, incolores, qui est bien un composé hydroxybromé et non l'hydrate de l'acide bromé $C^8H^{11}O^3Br + H^2O$; il ne se déshydrate ni dans le vide, ni à 100°, et la cryoscopie en solution acétique lui assigne bien un poids moléculaire (trouvé, 257; calculé, 253) qui correspond à l'acide primitif dont une double liaison a fixé HOBr.

---

[1] M. Delépine et P. Bonnet, *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 39.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide hypoiodeux naissant sur les acides non saturés. Acide α-cyclogéranique.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

J'ai déjà exposé dans plusieurs Notes (1) les résultats de mes recherches sur l'action de l'acide hypoiodeux naissant (produit par $I + HgO$ en présence d'éther aqueux ou par $I + CO^3Na^2$ en solution aqueuse) sur de nombreux acides éthyléniques. Tous les acides étudiés jusqu'ici possédaient leur liaison éthylénique dans une chaîne aliphatique. J'ai commencé l'étude de la même réaction appliquée aux acides éthyléniques dont la double liaison fait partie d'une chaîne fermée.

Un des premiers acides étudiés dans cette série, l'acide α-cyclogéranique, m'a conduit à des résultats tout à fait inattendus.

I. D'après les plus récentes recherches de F. Tiemann, on considère l'acide α-cyclogéranique (point de fusion : 106°) comme un acide éthylénique βγ, ayant la constitution ci-après :

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^2 \quad CH & \\
CH^2 & \langle \qquad\qquad \rangle & C\,CH^3 \\
 & (CH^3)^2C \quad CH\,CO^2H &
\end{array}
$$

Cet acide, dissous dans l'éther saturé d'eau, puis additionné d'iode et d'oxyde jaune de mercure, se décompose rapidement en perdant du gaz carbonique et fixant d'autre part 1^{at} d'oxygène. Le composé qui en résulte est un liquide à odeur camphrée, de formule $C^9H^{16}O$, que j'ai caractérisé comme alcool cyclique non saturé, un triméthylcyclohexénol, sans doute le 1.5.5-triméthyl-Δ_6-cyclohexénol-2. Outre cet alcool on trouve, parmi les produits de la réaction, la cétone correspondante $C^9H^{14}O$ et plusieurs autres composés à point d'ébullition plus élevé que je n'ai pas caractérisés.

La cétone $C^9H^{14}O$ s'est trouvée identique à la triméthylcyclohexénone obtenue par Wallach et dont l'oxime dérive du nitrosate de cyclogéraniolène sous l'action du méthylate de sodium en solution dans l'alcool méthylique (2).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 864; t. CXLIII, p. 398; t. CXLVI, p. 140 et 411. Pour plus de détails, voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XIV, p. 145, et t. XV, p. 296.

(2) *Liebig's Annalen*, t. CCCXXIV, 1902, p. 97.

Pour vérifier l'identité des deux cétones, j'ai repris la préparation de la cétone de Wallach en suivant rigoureusement la longue série des opérations qu'il indique : citral, citraloxime, nitrile géramique, acide géranique, géraniolène, cyclogéraniolène, nitrosate de cyclogéraniolène, oxime de la cétone cherchée. Cette oxime fond à 129°-130° comme celle de la triméthylcyclohexénone que j'ai obtenue avec l'acide cyclogéranique, et après leur mélange intime le point de fusion ne change pas. Même vérification avec les semicarbazones (point de fusion : 160°).

Wallach ayant attribué à sa triméthylcyclohexénone la constitution (I), j'en déduis pour mon triméthylcyclohexénol la formule (II)

```
        CH²    CO                      CH²    CHOH
CH²<              >C CH³        CH²<              >C CH³
(CH³)²C        CH                 (CH³)²C        CH
        (I).                               (II).
```

J'ai vérifié, en effet, que mon triméthylcyclohexénol est bien l'alcool correspondant à la cétone, car il fournit cette dernière par oxydation au moyen du mélange sulfo-chromique.

Si l'on essaie de repasser de la cétone à l'alcool au moyen du sodium, on obtient, non pas l'hexénol, mais l'hexanol correspondant, la liaison éthylénique étant hydrogénée en même temps que le groupement cétonique.

II. L'action de l'iode sur l'acide α-cyclogéranique dissous dans une solution aqueuse de carbonate de sodium conduit au même résultat, mais beaucoup plus lentement.

On n'observe pas la précipitation immédiate d'une lactone iodée comme on pourrait s'y attendre; au bout de quelques minutes se produit un trouble, en même temps qu'on observe l'odeur camphrée du triméthylcyclohexénol. La réaction est très lente et, même en maintenant constamment un excès d'iode, elle n'est complète qu'au bout de plusieurs semaines avec 5^{g} d'acide mis en expérience.

III. Tandis que la triméthylcyclohexénone se caractérise facilement à l'aide de son oxime dans le mélange huileux fourni par les deux réactions précédentes, le triméthylcyclohexénol s'isole avec plus de peine. On ne peut songer à l'obtenir pur par distillation à cause de la presque identité des points d'ébullition de l'hexénol et de l'hexénone.

Après avoir séparé par distillation les produits bouillant de 190° à 196°, on les traite par l'anhydride phtalique suivant la méthode de M. Haller, et l'on régénère ensuite l'hexénol de son éther phtalique acide.

Ce triméthylcyclohexénol, liquide incolore, peu fluide, à odeur camphrée, bout à à 193° sous 760mm. Sa densité est $D_{4^\circ}^{13^\circ} = 0,9310$. Il est insoluble dans l'eau et miscible à tous les solvants organiques usuels. Il est facilement entraîné par la vapeur d'eau.

Par oxydation au moyen du mélange sulfochromique il fournit la cétone correspondante : le point d'ébullition que j'ai trouvé pour cette cétone est un peu inférieur à celui indiqué par Wallach : 192° au lieu de 196°.

Une oxydation prolongée le convertit avec un rendement presque théorique en acide acétique et acide αα-diméthylglutarique de Béhal $CO^2H—CH^2—CH^2C(CH^3)^2CO^2H$ (1), ce qui s'accorde bien avec la formule de constitution.

L'éther acétique n'a pas l'odeur camphrée de l'alcool, il est un peu plus fluide; il bout à 206°-207°.

IV. *En résumé*, en faisant abstraction des réactions intermédiaires, l'acide hypoiodeux naissant agit comme oxydant sur l'acide α-cyclogéranique. Il le transforme avec perte de CO^2 en 1.5.5-triméthyl-Δ_6-cyclohexénol-2. C'est là la réaction principale. En outre une partie de l'alcool est oxydée en cétone correspondante et il se forme, de plus, des produits à point d'ébullition élevé que je n'ai pas étudiés, produits qui doivent résulter vraisemblablement de réactions entre la cétone et l'alcool préalablement formés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique concentré sur quelques nitramines aromatiques.* Note de M. **Frédéric Reverdin**, présentée par M. A. Haller.

J'ai déjà eu l'occasion de constater que certaines nitramines peuvent être réduites en nitrosamines correspondantes, sous l'influence de l'acide sulfurique concentré (2); tel est le cas de l'*éther méthylique de l'acide dinitro-3.5-méthylnitramino-4-benzoïque* et de la *trinitro-méthylnitraniline :*

COOCH³ — NO², NO² — N(CH³)(NO²) et NO² — NO², NO² — N(CH³)(NO²)

Dans le premier cas, la nitrosamine formée a été isolée; dans le second

(1) Cet acide a été identifié par comparaison avec un échantillon d'acide αα-diméthylglutarique synthétique que je dois à l'obligeance de M. le professeur Blaise.

(2) *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. XXVI, 1908, p. 342.

cas j'ai obtenu, en partant d'un produit ne donnant aucune trace de la réaction caractéristique de Liebermann pour les nitrosamines (acide sulfurique concentré + phénol), un composé donnant cette réaction d'une manière très nette, mais qui n'a pas encore été analysé.

La réaction signalée n'avait pris naissance que sous l'influence d'une température supérieure à la température ordinaire ou d'une durée de quelques heures et même de quelques jours, suivant les conditions de la température; le phénomène observé n'incriminait pas, par conséquent, l'interprétation de la réaction des nitrosamines, puisque celle-ci ne pouvait apparaître que lorsque les substances à examiner étaient soumises à des conditions anormales pour ladite réaction.

J'ai trouvé depuis un autre cas dans lequel la transformation se fait dans des conditions telles que l'interprétation à donner à la réaction des nitrosamines en est troublée.

Lorsqu'on nitre la diméthyl-*o*-anisidine d'après les indications données autrefois par Grimaux et Lefèvre ([1]), il se forme suivant les conditions divers produits parmi lesquels un composé de F = 135° que van Romburgh a caractérisé comme étant la *nitrosamine de la dinitro*-3.5-*monométhylanisidine* et un autre de F = 118° qui est la *nitramine correspondante* ([2]) :

OCH^3
$N \langle {CH^3 \atop NO}$
NO^2 NO^2
F = 135°.

OCH^3
$N \langle {CH^3 \atop NO^2}$
NO^2 NO^2
F ± 118°.

La nitrosamine se transforme facilement et quantitativement en nitramine par l'action, à froid, de l'acide nitrique fumant; mais, chose curieuse à première vue, cette nitramine, malgré des cristallisations répétées qui n'en modifient aucunement le point de fusion, donne toujours et d'une manière très nette la réaction de Liebermann.

Ce phénomène s'explique par le fait que la nitramine en question se transforme instantanément et même à basse température, tout au moins partiellement, en nitrosamine correspondante.

L'expérience a montré que cette transformation s'accomplit à — 10° au

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 727-730.

([2]) *Ibid.*, t. CXIII, p. 505.

fur et à mesure que l'on introduit la nitramine dans l'acide sulfurique concentré, maintenu à cette température.

Cette réduction du groupe *nitro* en groupe *nitroso* est accompagnée de la formation de produits accessoires d'oxydation avec laquelle elle est, cela va sans dire, en relation; il sera intéressant d'en déterminer la nature.

Une observation analogue a été faite autrefois par Gattermann [1] avec la *dinitro-p-crésyl-éthylamine*

$$C^6H^2CH^3(1)NO^2(3)NO^2(5)N\begin{cases}C^2H^5\\NO^2\end{cases}(4)$$

dans des conditions qui étaient différentes au point de vue de la température.

Cet auteur cite entre autres, comme preuve de la constitution de ce produit, qu'il donne la réaction de Liebermann pour les dérivés nitrosés, « ce qui s'explique facilement, dit-il, parce qu'il élimine de l'oxyde d'azote *par échauffement* avec l'acide sulfurique, fait qui prouve une position particulière d'un groupe *nitro* ».

L'action de l'acide sulfurique sur les nitramines de la série grasse et de la série aromatique a déjà fait l'objet de nombreuses recherches, mais la formation directe d'une nitrosamine dans les conditions dont je viens de parler n'avait, je crois, pas encore été signalée.

Je me propose de rechercher d'autres composés susceptibles de présenter la même propriété et de déterminer, si possible, quelles sont les conditions qu'ils doivent remplir au point de vue de leur constitution, pour se prêter à la réaction observée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfosalicylique sur le phosphate trisodique.* Note de M. L. **Barthe**, présentée par M. Haller.

Dans une Note antérieure [2] j'ai fait connaître l'action de l'acide sulfosalicylique sur le borate de soude; il m'a paru intéressant de faire agir ce même acide sur le phosphate trisodique.

A une solution aqueuse bouillante de $26^g,80$ de phosphate alcalin préparé au Laboratoire, on ajoute une solution hydro-alcoolique de $43^g,60$

(1) *Bulletin Soc. chim. de Paris*, 2e série, t. XLV, p. 794; voir aussi t. XLIV, p. 545.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 408.

d'acide sulfosalicylique. On fait bouillir quelques instants et l'on filtre. La solution est abandonnée sous cloche au-dessus de l'acide sulfurique. Il se dépose par refroidissement des aiguilles ténues d'acide sulfosalicylique, parfois du sulfosalicylate de soude en très longues aiguilles atteignant jusqu'à $0^m,05$ à $0^m,06$ de longueur, et enfin un composé cristallisant en fins cristaux prismatiques, brillants, renfermant du phosphore, du soufre et brûlant sur la lame de platine en laissant un résidu minéral fusible.

La solution aqueuse de ce composé fournit avec le perchlorure de fer une coloration bleu violacé, disparaissant par addition d'acide chlorhydrique. Additionnée de réactif de Millon elle se colore en rouge à l'ébullition.

L'équation qui rend compte de la formation et de la constitution du composé est la suivante :

$$(1)\qquad PO^4Na^3 + 2C^6H^3\begin{cases}OH\\ SO^3H\\ COOH\end{cases} = PO\begin{cases}ONa\\ OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\ COONa\end{cases}\\ OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\ COONa\end{cases}\end{cases} + 2H^2O.$$

Le dosage de l'eau de cristallisation a montré que la molécule cristallise avec $2H^2O$.

Le dosage de l'acidité, en présence des indicateurs phtaléine et acide rosolique, implique deux fonctions acides.

L'estimation du soufre et du phosphore dans cette combinaison, après oxydation par le mélange de carbonate et d'azotate de potasse, montre que la constitution du produit obtenu s'accorde avec le schéma de l'équation (1). C'est un *phosphate sodo-disulfone-salicylate de soude*.

Toutefois l'équation suivante montre qu'on aurait pu aussi bien obtenir le *phospho-trisulfone-salicylate de soude :*

$$(2)\qquad PO^4Na^3 + 3C^6H^3\begin{cases}OH\\ SO^3H\\ COOH\end{cases} = PO\begin{cases}OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\ COONa\end{cases}\\ OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\ COONa\end{cases}\\ OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\ COONa\end{cases}\end{cases} + 3H^2O.$$

Mais la saturation de cette nouvelle molécule eût exigé un volume de liqueur alcaline supérieur à celui que nous avons dépensé ; de plus, dans ce dernier cas, la proportion de soufre est plus considérable et celle de phosphore moindre que les quantités de ces mêmes éléments prévues par l'équation (1) et que celles obtenues par l'analyse.

Ce qui nous laisse à penser que dans certaines conditions de concentra-

tion, de dilution et de température, on peut aussi bien obtenir la molécule ci-dessus [équation (2)], c'est qu'en faisant agir à peu près de la même façon l'acide sulfosalicylique sur l'arséniate trisodique, nous avons obtenu une combinaison arsenicale dont les dosages de l'acidité et du soufre correspondent exactement à la composition

$$AsO \begin{cases} O\,C^6H^3 \begin{cases} SO^3H \\ COONa \end{cases} \\ O\,C^6H^3 \begin{cases} SO^3H \\ COONa \end{cases} \\ O\,C^6H^3 \begin{cases} SO^3H \\ COONa \end{cases} \end{cases}$$

Malheureusement, il nous a été impossible, quelles que soient les méthodes employées, d'obtenir des dosages convenables d'arsenic, la molécule se décomposant toujours avec violence à l'oxydation, ce qui donne lieu à des pertes considérables d'arsenic.

En résumé, l'action de l'acide sulfosalicylique et probablement aussi de nombreux acides organiques, sur des sels minéraux alcalins et neutres, permet de concevoir l'échange, dans certaines conditions, d'un ou plusieurs cations (identiques d'ailleurs) du sel minéral support avec un même nombre d'anions sulfosalicyliques. Il en résulte, dans le cas particulier, une nouvelle combinaison qui n'est pas un sel double.

On peut prévoir une infinité de molécules semblables minéro-organiques susceptibles de prendre naissance en vertu du même mécanisme.

BOTANIQUE. — *Les ressources forestières de la Côte d'Ivoire (résultats de la Mission scientifique de l'Afrique occidentale) : Bois, Caoutchouc et Oléagineux.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nos études sur la composition de la forêt vierge de la Côte d'Ivoire ont commencé en 1905. Jusqu'à cette époque aucun renseignement précis n'avait été publié sur la flore de cette immense forêt tropicale qui couvre plus de 120000$^{km^2}$ d'étendue. Au cours de nos recherches poursuivies en 1905, puis en 1907 et pendant toute l'année 1909 sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et du Gouvernement général de l'Afrique occidentale, puis de l'Académie des Sciences (Fondation Roland Bonaparte) depuis l'an dernier, nous avons cherché à inventorier les espèces végétales de la forêt.

Depuis les débuts de cette prospection jusqu'à la fin de 1909 nous avons séjourné environ 600 journées au milieu de la forêt vierge en effectuant des abattages d'arbres en vue de l'étude poursuivie dans les principales régions de ce territoire. En outre, nous avons parcouru environ 4000^{km} d'itinéraires à travers les régions où la forêt est très dense ainsi que sur sa lisière nord et sa bordure sud. Nos recherches permettront de dresser bientôt un inventaire assez complet de la végétation. Le nombre des espèces ne paraît pas dépasser 1500 à 2000. Sur ce nombre il existe environ 50 espèces d'arbres dont la taille peut atteindre et parfois dépasser 50^m de hauteur avec un tronc de 1^m à $2^m,50$ de diamètre. Les arbres s'élevant de 25^m à 40^m de hauteur sont au nombre de 150 à 200 espèces. Il existe aussi environ 150 espèces ligneuses atteignant de 10^m à 25^m de hauteur. Le reste de la végétation comprend des arbustes de sous-bois, des lianes ligneuses herbacées grimpantes, de nombreux épiphytes (orchidées, quelques bégonias et quelques mélastomacées, divers ficus), enfin un nombre restreint de plantes herbacées vivant sous l'ombrage des arbres.

Les indigènes de la forêt de l'Afrique occidentale n'en tirent qu'un parti restreint, mais notre industrie européenne sera nécessairement amenée à exploiter les nombreuses ressources qui y existent.

L'exploitation du caoutchouc, de l'huile fournie par le palmier *Elaëis*, enfin du bois d'acajou provenant du *Khaya ivorensis* A. Chev. est commencée depuis longtemps.

Mais ces matières premières ne représentent qu'une partie restreinte des produits utilisables ainsi que le montre le Tableau suivant.

Bois. — A la suite de la mission de 1907, plus de 170 espèces arborescentes furent examinées au point de vue botanique et industriel. Les résultats de ces études ont été publiés récemment. En 1909 nous avons précisé l'aire de chaque espèce et déterminé son degré de fréquence. Nous avons en outre étudié une cinquantaine d'espèces qui n'avaient pas encore été observées.

Les espèces fournissant les plus beaux bois appartiennent aux familles suivantes :

Méliacées (Khaya, Entandrophragma, Trichilia, Bingeria); Légumineuses (Lonchocarpus, Berlinia, Macrolobium, Detarium); Combretacées (Terminalia); Guttifères (Ochrocarpus, Symphonia); Sapotacées (Dumoria, Chrysophyllum); Apocynées (Alstonia); Artocarpées (Chlorophora, Antiaris); Sterculiacées (Cola proteiformis); Mansoniées (Triplochiton, Achantia); Euphorbiacées (Uapaca, Oldfieldia, Hasskarlia).

Les bois les plus remarquables se rapportent aux catégories dénommées dans l'industrie, acajou, palissandre, gaïac, teck, chêne, bois blanc, okoumé, buis, cèdre. On sait que chacune de ces appellations désigne souvent des

bois d'origines botaniques très différentes, mais ayant des propriétés analogues.

Caoutchouc. — L'espèce productrice par excellence du caoutchouc de la forêt de la Côte d'Ivoire est le *Funtumia elastica* Stapf sur lequel nous avons recueilli des documents nombreux qui seront publiés ultérieurement. En second lieu viennent les lianes *Landolphia owariensis* P. B., puis *Clitandra elastica* A. Chev. et *Clitandra micrantha* A. Chev., ces deux dernières n'étant que des formes du *Clitandra orientalis* K. Schum.

En dernier lieu il faut énumérer un assez grand nombre d'arbres et de lianes dont le latex fournit un coagulum de qualité inférieure n'ayant qu'une faible teneur en caoutchouc, mais que les indigènes de quelques régions mélangent aujourd'hui au coagulum de Funtumia pour en obtenir un produit commercial nommé *lump*. Ces végétaux sont :

Trois ou quatre espèces de *Ficus* et en particulier *F. Vogelii* Miq.; quatre autres urticacées : *Chlorophora excelsa* Welw., *Antiaris toxicaria* Lesch. *var. africana* Scott-Elliot, *Pontya excelsa* A. Chev., *Morus mesozygia* Stapf; des apocinées : *Alstonia congensis* Engler, *Funtumia africana* Stapf, *Carpodinus dulcis* Hua ; une euphorbiacée, *Elæophorbia drupacea* Stapf; une sapotacée, *Malacantha robusta* A. Chev.

Depuis peu de temps les indigènes coagulent ces mélanges de latex soit avec une solution de savon, soit par l'adjonction en très faibles proportions des latex d'apocynées des genres *Strophanthus* et *Alafia*. L'arbre à caoutchouc de Para (*Hevea brasiliensis*), introduit en 1897 dans la région côtière, réussit dans les points où on l'a planté, et sa culture doit être encouragée jusqu'au septième degré de latitude.

Oléagineux. — Le palmier à huile (*Elæis guineensis*) est une plante domestiquée plutôt que spontanée, mais il se multiplie seul partout où l'homme l'a planté une première fois et il persiste sur l'emplacement des anciennes cultures, de sorte qu'on le rencontre parfois loin des villages actuels et en pleine forêt. Il présente cinq ou six variétés dont une particulièrement précieuse, le *Cérédi*, donnant des fruits à péricarpe épais et à graines la plupart avortées, de sorte que le noyau est remplacé par une masse fibro-pulpeuse gorgée d'huile.

D'autres essences de la forêt contiennent des substances grasses en fortes proportions dans leurs graines. Nous avons déjà signalé à ce point de vue le *Dumoria Heckeli* A. Chev., sapotacée géante voisine des *Mimusops* [1]. Dans

---

[1] *Comptes rendus*, 1907.

la même famille, les *Chrysophyllum*, les *Pachystela* et les *Omphalocarpum*, dont il existe des représentants à la Côte d'Ivoire, ont des amandes utilisables. Enfin, parmi les arbres à graines oléagineuses communs dans la forêt, nous devons encore citer : deux *Carapa* (méliacées), deux *Pentadesma* et un *Allamblackia* (guttifères), un *Pentaclethra* (légumineuse), le *Lophira procera* A. Chev. (lophiracée), un *Irvingia* et un *Balanites*, le *Coula edulis* Baillon et l'*Ongokea Klaineana* Pierre (olacinées), le *Treculia africana* Dcne. (artocarpée), le *Ricinodendron africana* Bn. (euphorbiacée), le *Pycnanthus Kombo* (myristicacée), enfin une liane de la famille des Cucurbitacées de très grande taille : le *Telfairia occidentalis* Hook. f.

BOTANIQUE. — *Sur une forme nouvelle de Nigelle*, Nigella damascena polycephala, *obtenue après une mutilation*. Note de M. L. **Blaringhem**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'espèce *Nigella damascena* L. est souvent cultivée dans les jardins à cause de ses fleurs d'un bleu pâle et de son feuillage très découpé. On en connaît des variétés à fleurs blanches, d'autres à fleurs doubles, qui souvent se multiplient spontanément par graines dans les jardins. La plante qui me servit de point de départ pour ces essais fut observée en 1906 dans un jardin potager où l'on n'avait d'ailleurs pas fait de semis de cette espèce depuis plusieurs années. Elle était seule de son espèce et j'en récoltai les graines pour cette raison, parce qu'elles devaient provenir d'une autofécondation. Les fleurs d'un bleu pâle étaient simples; aucune particularité autre que le nombre élevé des carpelles (7 au lieu de 5) de la fleur portée par la tige principale ne put être reconnue.

Les graines semées en 1907 à Bourg-la-Reine, dans le champ d'expériences, donnèrent des plantules peu étudiées à la germination, si bien qu'il m'est impossible de dire s'il ne se trouvait point parmi les plantules à 2 cotylédons quelques-unes à 3 cotylédons. En juin, les tiges déjà fortes furent coupées au ras du sol avant l'épanouissement des boutons floraux des tiges terminales et, sur les rejets, il se développa des fleurs monstrueuses à sépales et à pétales surnuméraires, surtout à carpelles très nombreux. Sur un fruit, on pouvait compter 11 carpelles groupés en deux verticilles compacts, emboîtés l'un dans l'autre; une autre fleur avait 9 carpelles distribués en deux fruits et donnait l'impression qu'elle résultait de l'accolement de deux fleurs normales à 5 et à 4 carpelles. Dans plusieurs cas aussi, en plus du fruit médian, des carpelles isolés et fermés sur eux-mêmes, ayant l'aspect du fruit mono-

carpellaire de *Delphinium* ou tordus en spirale, pouvaient faire croire à une déviation plus irrégulière encore.

Ces anomalies ont déjà été signalées par plusieurs auteurs. Penzig (1) les classe selon les descriptions plus ou moins complètes données par les observateurs, soit sous le titre de *métamorphose d'étamines en carpelles libres* (Jaeger); soit sous celui de *multiplication anormale du nombre des carpelles* (F.-L. von Schlechtendal), soit même de *prolifération centrale*, sans que le mot soit écrit, car d'après Duchartre (2), les carpelles du *N. damascena* qu'il a observé « laissaient entre eux une cavité où était logé un second verticille carpellaire ». La désignation exacte de ces anomalies a un certain intérêt, en ce sens qu'il y a lieu de chercher si, sous l'influence de la section, il y a eu métamorphoses d'étamines en carpelles comme dans les expériences de Klebs (3) sur le *Sempervirum* ou si seulement le nombre des carpelles a été augmenté par la surnutrition des bourgeons floraux portés par les rejets. L'hypothèse de la métamorphose se soutient principalement dans les cas où les carpelles surnuméraires sont isolés, mais dans aucun des exemples suivis depuis 1907 je n'ai pu observer une étamine partiellement transformée en carpelle, ou même en lobe foliacé. Or ces cas transitoires sont fréquents et accompagnent généralement les véritables métamorphoses. L'anomalie doit donc être, à mon avis, distinguée de la variation stable et complètement héréditaire présentée par le *Papaver somniferum polycephalum*, où la métamorphose est évidente, mais rapprochée des dissociations incomplètes, avec quelques cas de soudures propres aux fascies (4).

L'étude de la transmission héréditaire, incomplète malgré l'autofécondation et irrégulière selon les lignées, confirme cette interprétation. Les cultures de 1908 étaient réparties en quatre lots désignés dans les livres de cultures sous les lettres A_1, A_2 et B_1, B_2. Dans chacun d'eux, après le semis, j'ai compté les plantules tricotylées, d'ordinaire très rares dans cette espèce (5) et les résultats sont tout à fait concluants.

Lot.	Plantules levées.	Tricotylées.	Pourcentage.
A_1	85	4	4,7
A_2	72	7	9,7
B_1	42	3	7,1
B_2	37	1	2,7

(1) O. Penzig, *Pflanzenteratologie*, t. I. Genua, 1890.

(2) Duchartre, *Bulletin Soc. botanique de France*, t. VI, 1859, p. 271.

(3) G. Klebs, *Ueber Variationen der Blüten*, 1905. Dans ce Mémoire, j'ai fait remarquer (*C. R. Société de Biologie Paris*, t. LIX, p. 454) les variations qu'on pouvait attribuer à une mutilation et G. Klebs, dans un Mémoire publié en 1906 : *Ueber künstliche Metamorphosen* (*Abh. der naturf. Gesell. zu Halle*, t. XXV), accepte cette interprétation.

(4) L. Blaringhem, *Mutation et traumatismes*, 1907, p. 88-92.

(5) H. de Vries, pour 10000 plantules de *Nigella hispanica alba*, a trouvé 15 cas de tricotylie; il n'en observa aucun dans les semis qu'il fit de *Nigella damascena*. (*Mutationstheorie*, t. II, Leipzig, 1903, p. 239).

Or les recherches de M. H. de Vries [1] sur la transmission héréditaire des fascies et des torsions ont montré une liaison nette entre ces anomalies et les déviations des plantules, en particulier en ce qui concerne le nombre des cotylédons.

L'hérédité du caractère anormal lui-même est assez difficile à évaluer. Il faudrait la déterminer, soit par le nombre des carpelles surnuméraires, soit par leur mode de groupement en un ou plusieurs fruits, ou encore par le nombre de rameaux pour une plante portant des fleurs ou des fruits anormaux. Toutes ces catégories donnent des pourcentages de plantes anormales différentes et doivent être décrites dans des Tableaux détaillés.

La moyenne du nombre des carpelles des fleurs portées par les tiges principales (celle des rameaux latéraux est moins élevée) fut, pour les quatre lots cultivés en 1908, 7 avec les chiffres extrêmes 4 et 14. La fleur qui offrait 14 carpelles montrait deux verticilles emboîtés de 7 carpelles extérieurs très développés remplis de graines et de 7 carpelles intérieurs dont 3 assez développés pour renfermer plusieurs graines fertiles; 3 fleurs à 13 carpelles ont été observées dans la même culture, l'une ayant les caractères de la précédente et correspondant à une prolifération, les deux autres offrant une dissociation en trois groupes (6, 4 et 3 carpelles dans un cas; 5, 5 et 3 dans l'autre cas).

En 1909, dix lots types provenant de plantes à fruits prolifères ou dissociés dont six avec tricotylie montrèrent une transmission du caractère plus accentuée encore qu'en 1908. Ce qui prouve l'obtention, à la suite de mutilation, d'une race instable de *Nigella damascena polycephala* caractérisée par la multiplication extrême du nombre des carpelles et la dissociation des fruits en groupes verticillés superposés (prolifération apparente) ou en groupes disjoints (soudure apparente caractéristique des fascies).

Une autre déviation, apparue dans cette lignée en 1907 et non signalée jusqu'ici, à ma connaissance, caractérise la forme *Nigella damascena cristata*.

BOTANIQUE. — *Sur l'exploitation agricole, dans les Bouches-du-Rhône, d'une espèce de* Typha *spontanée, non signalée en France* (T. angustata). Note de M. **J.-B. Gèze**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On exploite dans les marais de Fos (Bouches-du-Rhône), des *Massettes* (*Typha*) dont on distingue sept variétés : trois *Pavies* (*blanche*, *rousse*,

(1) H. de Vries, *Eine Methode Zwangsdrehungen aufzusuchen* (*Ber. d. deut. bot. Gesellsch.*, t. XII, 1892, p. 25) et *Sur la culture des monstruosités* (Paris, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 125).

noire), dont les feuilles servent à l'empaillage des chaises communes; trois *Boutards* (*blanc*, *roux*, *noir*), dont les feuilles et les tiges sont utilisées pour garnir les joints des douves de tonneaux, et enfin le *Pavel*, qu'on emploie pour des engins de pêche. Les variétés les plus appréciées sont la *Pavie blanche* (18^{fr} à 20^{fr} les 100^{kg} secs) et le *Boutard blanc* (15^{fr} à 18^{fr}); la *Pavie rousse* vaut seulement 10^{fr} à 15^{fr}, et le *Boutard roux*, 8^{fr} à 10^{fr}. Quant à la *Pavie noire* et au *Boutard noir*, on ne les récolte que les années où les variétés précédentes font défaut. Cette exploitation n'a jamais été étudiée jusqu'ici.

Grâce au concours dévoué de MM. Nussbaum, ingénieur, et Icardent, chef mécanicien, à Fos, j'ai pu cultiver depuis 2 ans, près de Toulouse, ces sept variétés de *Typha* et en examiner de nombreux exemplaires, envoyés à diverses époques. L'observation suivie des phases de la végétation et l'étude anatomique de plusieurs centaines d'échantillons m'ont amené aux conclusions suivantes :

1° La *Pavie blanche* est le *Typha angustata* Bory et Chaubard (= *T. æqualis* Schnizlein), espèce répandue dans la région orientale de la Méditerranée (Grèce, Asie Mineure, Egypte, etc.) et de là vers l'Est jusqu'au Japon ; la Grèce est, jusqu'ici, le pays le plus rapproché où on l'ait trouvée.

2° Le *Boutard blanc* est aussi un *Typha angustata*, probablement la variété *abyssinica* (Graebner, 1900), signalée seulement en Abyssinie.

3° La *Pavie noire*, le *Pavel* et le *Boutard noir* sont des formes plus ou moins développées, suivant la nature et la profondeur de l'eau et peut-être du sol, du *Typha angustifolia* L., commun en France. Le *T. latifolia* L., plus rare dans les marais de Fos, y est appelé aussi *Boutard noir*.

4° Enfin la *Pavie rousse* et le *Boutard roux* semblent être des formes dérivées de la *Pavie blanche* et du *Boutard blanc*, dont on les distingue difficilement, plutôt que des hybrides, *T. angustata* × *angustifolia*.

Le Dr Kronfeld, auteur de la monographie la plus complète du genre *Typha* (Vienne, 1889), a bien voulu contrôler ma détermination de la *Pavie blanche*, et l'a confirmée avec une absolue certitude.

Je signalerai seulement, au sujet du *Typha angustata*, quelques détails inédits, que j'ai observés sur la *Pavie blanche*, pour compléter les Monographies des Drs Kronfeld (1889) et Græbner (1900).

Espace vide entre les épis mâle et femelle : 6^{mm}-22^{mm}, moy. 13^{mm}. Grains de pollen isolés, de 13$^{\mu}$-32$^{\mu}$, moy. 18$^{\mu}$-28$^{\mu}$ de diamètre.

Épi femelle brun *pâle*, « couleur cuir saupoudré de blanc » (Schnizlein); teinte plus claire au début de la saison, correspondant aux n°s 128, 142, du code des couleurs de Klincsieck (1908) (série du 3e orangé de Chevreul, c'est-à-dire tirant sur

le jaune); plus tard, nos 103, 108, le plus souvent 103 (série de l'orangé). Fleur femelle toujours accompagnée d'une *bractéole* aplatie, à tête ovale-spatulée aiguë brunâtre, large de $0^{mm},06$-$0^{mm},14$ (— $0^{mm},18$), nettement distincte du pédicule, et souvent brusquement rétrécie en une *longue pointe* terminale *filiforme* plus ou moins flexueuse atteignant $0^{mm},5$ de long sur 25^{μ}-30^{μ} de large seulement. *Poils* du gynophore larges de 6^{μ}-13^{μ}, blancs ou roussâtre clair, à extrémité aiguë ou quelquefois légèrement renflée (15^{μ}-30^{μ}) sur $0^{mm},2$-$0^{mm},5$ de long, parfois colorée en jaune orangé clair; *plus courts que la bractéole* qui les dépasse quelquefois de toute la tête ($0^{mm},2$-$0^{mm},6$). *Stigmate* linéaire, de teinte rouille, large de $0^{mm},04$-$0^{mm},08$ (— $0^{mm},10$), souvent courbé en faucille, plus ou moins nettement crénelé sur le dos; *dépassant peu* [$0^{mm},2$-$1^{mm},0$ (moy. $0^{mm},5$)] *les poils*, guère plus que la bractéole. Dimensions des protubérances de l'axe femelle (sur lesquelles sont insérées les fleurs) : hauteur $0^{mm},60$-$0^{mm},80$ (— $1^{mm},04$); largeur à la base $0^{mm},20$-$0^{mm},40$ (— $0^{mm},56$); au sommet, $0^{mm},15$-$0^{mm},32$.

Feuilles des tiges florifères larges de 4^{mm}-10^{mm}, convexes à l'extérieur, planes ou parfois faiblement concaves à l'intérieur, souvent demi-cylindriques vers le bas du limbe; dépassant peu (15^{cm} en moyenne), ou même pas, le sommet de l'épi mâle; *glauques* (vert gris pruiné); devenant fauve clair blanchâtre en séchant sur pied (d'où probablement le nom de *Pavie blanche, Boutard blanc*). Floraison : juin-juillet (en Grèce), 15 juillet-fin août (Fos, Toulouse, où les fruits n'arrivent pas toujours à parfaite maturité).

Le *Typha angustifolia* L., espèce la plus voisine du T. *angustata*, s'en distingue : 1° de loin, par ses feuilles vertes, non glauques, devenant brun noirâtre en séchant (d'où le nom de *Pavie noire*, *Boutard noir*); par la teinte plus foncée de ses épis femelles, tirant sur le rouge : nos 53, 58 (série du rouge orangé), 78, 79 (série du 3e rouge orangé), du code des couleurs; 2° de près, par ses protubérances, dont la hauteur n'atteint presque jamais $0^{mm},6$; par ses stigmates, dépassant longuement (1^{mm}-3^{mm}) les poils; par ses bractéoles, dont la tête arrondie, ou aiguë, mais jamais brusquement rétrécie en longue pointe filiforme, ne dépasse ordinairement pas les poils; 3° par sa floraison plus précoce (de 5 à 6 semaines, à Toulouse).

Le *Boutard blanc* diffère de la *Pavie blanche* par un plus grand développement de toutes ses parties, et surtout par ses feuilles obtusément triquètres vers la base, caractère du T. *angustata* var. γ *abyssinica* Graebner (1900); le caractère essentiel de cette variété γ est d'avoir les fruits seulement 2 à 3 fois plus longs que larges (dans le type, ce rapport va de 3 à 5). Je n'ai pas observé des fruits de *Boutard blanc* complètement mûrs, et n'en ai trouvé que très peu dont les dimensions répondent à celles de la variété γ; mais comme, en se rapprochant de la maturité, la largeur des fruits augmente seule, je crois pouvoir attribuer le *Boutard blanc* au *T. angustata* var. γ *abyssinica*. Cette variété n'a été signalée que dans les marais des

sources du Nil (Nil blanc et Nil bleu) et en divers points de l'Abyssinie, où il est fréquent.

La *Pavie blanche* et le *Boutard blanc* sont localisés dans les marais de Fos alimentés uniquement par de l'eau douce (eau limoneuse du Rhône) (étangs de Landres, de Ligagneau, de l'Étourneau) et dans les canaux en relation avec eux. Ces deux plantes sont beaucoup plus sensibles que les autres espèces au froid, qui rend certaines années leur production presque nulle; elles craignent l'eau salée, aussi ne les trouve-t-on pas dans l'étang de Galéjon, où pénètre un peu d'eau de mer, et où les autres *Typha* (surtout T. *angustifolia*) existent seuls.

La présence du *Typha angustata* dans une station restreinte comme les marais de Fos, où il n'est même pas certain qu'il se reproduise par le semis, peut être due au transport des graines par l'eau, les oiseaux, les poissons, le vent surtout, qui emporte au loin les fruits minuscules à grandes aigrettes des *Typha*, mais il ne semble pas impossible d'attribuer cet apport aux navires qui, venant de la Méditerranée orientale, se rendaient en grand nombre, pendant plus de six siècles, à Arles, la Rome gauloise, par le canal maritime (*Fossæ Marianæ*), creusé l'an 103 avant J.-C., à travers les marais de Fos. D'Alexandrie a pu venir ainsi la variété *abyssinica*. Les fruits à longs poils des *Typha* donnent un duvet encore utilisé, dans certains pays, pour rembourrer des coussins, d'un usage beaucoup plus fréquent autrefois qu'aujourd'hui; le *Typha angustata* est peut-être arrivé à Fos sous cette forme.

La Note qui précède a une conséquence pratique importante; il sera inutile d'essayer, en dehors des marais de Fos, d'obtenir, par des soins spéciaux dans l'exploitation des *Typha* pour l'industrie, les qualités qui font la supériorité de la *Pavie blanche* et du *Boutard blanc*, si l'on ne plante pas l'espèce *Typha angustata*, et l'on n'aura des chances de réussir que dans un pays relativement chaud; on échouerait probablement sous un climat plus froid que celui de Fos.

PARASITOLOGIE. — *Cnidosporidies des larves d'Éphémères.* Note de MM. **L. Léger** et **Ed. Hesse.**

Nous avons rencontré dans les larves d'*Ephemera vulgata* L., trois genres différents de Cnidosporidies : l'un vit exclusivement dans les cellules épithéliales de l'intestin, c'est un *Nosema* typique qui paraît déjà avoir été

observé par Schneider, nous le désignerons sous le nom de *N. Schneideri*. Le deuxième, localisé dans les corps graisseux, rentre également dans les Microsporidies. Le type singulier de sa sporulation nous engage à créer pour lui un genre nouveau; nous l'appellerons *Stempellia mutabilis*. Le troisième habite comme le précédent le tissu adipeux; il présente à la fois des caractères de Micro- et de Myxosporidie, nous le nommerons *Telomyxa glugeiformis*, et nous discuterons plus loin sa position systématique.

Nosema Schneideri peut coexister avec l'une ou l'autre des deux autres formes, mais ces deux dernières, habitant le tissu graisseux, s'excluent mutuellement.

Nosema Schneideri [1] n. sp. — Le *Nosema Schneideri* se développe dans les cellules épithéliales de l'intestin au moyen de la larve d'Éphémère qu'il envahit parfois en totalité et où il évolue selon le type monosporé qui caractérise ce genre. Les schizontes sphériques, de 2^{μ} de diamètre, se multiplient activement par division binaire et, finalement, la cellule est remplie de sporontes monosporés et de spores qui la distendent. Puis les spores mûres tombent par paquets dans la cavité intestinale. Ces spores sont ovoïdes, de 4^{μ} sur 2^{μ}, avec un long filament de 90^{μ}. Le pôle par lequel s'échappe le filament montre une petite calotte chromatique. Le parasite ne semble pas provoquer une hypertrophie notable de la cellule hôte dont il respecte le noyau.

Stempellia mutabilis n. g., n. sp. — *Stempellia mutabilis* se développe exclusivement dans le corps graisseux et se présente, au terme de son évolution, sous forme de kystes sphériques ou ovoïdes disséminés dans le tissu adipeux et autour desquels les cellules épargnées réagissent en formant une enveloppe conjonctive assez épaisse. Dans chacun de ces kystes de dimensions variées, mais souvent de grande taille (jusqu'à 120^{μ}), se voient de nombreux parasites, la plupart au stade de sporontes aux divers états de leur développement. Ces sporontes présentent cette particularité extrêmement remarquable d'évoluer, les uns vers le type octosporé (*Thelohania*), les autres (en nombre à peu près égal aux précédents) vers le type tétrasporé (*Gurleya*), d'autres enfin, plus rares, vers le type disporé (*Perezia*), ou monosporé (*Nosema*).

La distinction entre tous ces genres de Microsporidies étant, comme on le sait, basée sur le nombre des spores produites par chaque sporonte, il n'y a aucune raison pour faire rentrer notre parasite plutôt dans l'un que dans l'autre, et nous créérons pour lui le genre *Stempellia* (dédié au protistologue Stempell).

La taille des spores varie de 2^{μ} à 6^{μ}; ce sont les spores isolées qui sont le plus volumineuses; celles qui sont groupées suivant le type *Gurleya* sont piriformes, les autres sont en général ovoïdes.

Au terme de leur développement, les kystes peuvent tomber dans la cavité générale,

---

(1) Lutz et Splendore en 1908 ont signalé dans l'intestin de larves d'*Éphémérides* du Brésil, deux variétés de Microsporidies qu'ils rapportent au genre *Nosema*. La diagnose qu'ils en donnent est insuffisante et la détermination de l'hôte trop imprécise pour qu'il soit possible d'en tenir compte.

et, à un examen superficiel, on pourrait les prendre pour de grosses *Glugea* dans lesquelles les spores seraient groupées suivant les types les plus divers; mais une observation plus attentive montre, parmi les sporontes avec leurs groupements variés de spores, des stades végétatifs à contour à peine visible et de nombreux noyaux dégénérés de cellules adipeuses détruites par le parasite.

Telomyxa glugeiformis n. g., n. sp. — De même que l'espèce précédente, *Telomyxa glugeiformis* se rencontre dans le corps graisseux des larves d'Éphémère. Au terme de son développement, le parasite se substitue complètement à ce tissu, sans que celui-ci réagisse contre l'envahissement. Tous les autres organes sont respectés. Les larves fortement infestées sont d'un blanc crayeux; leurs mouvements sont très indolents, et elles finissent par périr. Le parasite se montre alors sous forme de spores innombrables, remplissant le tissu envahi, tantôt libres, tantôt groupées en sphérules de 8, 16 ou *n* éléments, dont chacune représente le terme de l'évolution d'un sporonte.

Les spores mûres examinées *in vivo* sont ovoïdes, brillantes, réfringentes et ne montrent aucun détail de structure. Elles ont l'aspect des spores de Microsporidies, avec une taille toutefois un peu plus grande ($6^{\mu},50$ sur 4^{μ}) et, pour la plupart, leurs deux pôles semblables et arrondis, ce qui leur donne un contour elliptique.

Après fixation et coloration, on constate que la spore présente deux capsules polaires volumineuses, placées bout à bout et la remplissant presque complètement, laissant seulement dans la zone équatoriale, autour de leur point de contact, un étroit espace annulaire retenant fortement la couleur et dans lequel se trouve le germe décelé par deux noyaux punctiformes. On distingue en outre, mais plus difficilement, deux minuscules noyaux valvaires et deux noyaux capsulaires. Dans chaque capsule se trouve un long et grêle filament de 90^{μ} environ. Les filaments s'échappent par les pôles opposés, parfois latéralement.

Par la taille, la forme et l'aspect général de ses spores, la petitesse des noyaux du germe et des noyaux accessoires, l'invisibilité des capsules à l'état frais, la longueur des filaments, le mode de sporulation (trophozoïte se transformant complètement en 8 ou *n* spores à la fin de son évolution), le caractère de son parasitisme infiltrant puis généralisé dans la totalité d'un même tissu, enfin son siège dans un Insecte, le *Telomyxa* est une Microsporidie ou Cryptocyste. Mais d'autre part ses spores à deux capsules le classent dans les Myxosporidies s. str. (Phénocystes).

Telomyxa présente donc à la fois des caractères de Micro- et de Myxosporidie; à ce titre il mérite de constituer une famille transitionnelle (la famille des *Telomyxidæ* que l'on rattachera à l'un ou l'autre de ces deux ordres, selon que l'on donnera la prépondérance au nombre des capsules (class. artificielle) ou à l'ensemble des caractères évolutifs (class. naturelle). Nous discuterons plus longuement cette question en donnant les figures de cette importante espèce. Pour le moment nous ferons seulement remarquer

combien est fragile la barrière établie par les classiques actuels entre les Phéno- et les Cryptocystes (Myxo- et Microsporidies). Elle est aujourd'hui, en effet, franchissable par deux voies différentes : par *Telomyxa* d'une part, avec ses spores dicapsulées et ses caractères microsporidiens ; par *Coccomyxa* d'autre part, avec ses spores monocapsulées et ses caractères myxosporidiens.

ZOOLOGIE. — *Sur une jeune Spirule*. Note de M. **L. Joubin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Au cours d'une des dernières croisières du prince de Monaco une jeune Spirule fut prise dans le filet bathypélagique, descendu à 3000^{m}, au sud-ouest des îles Canaries.

On sait que quelques exemplaires adultes seulement de cet animal sont connus et que jusqu'à présent personne n'a vu ni les œufs ni les jeunes de ce Céphalopode. Cette lacune est d'autant plus regrettable que cet animal est d'un grand intérêt, représentant le seul actuellement survivant des Céphalopodes à coquille cloisonnée interne.

D'après ce qu'on sait de la dimension du follicule ovulaire de l'adulte, l'œuf doit être assez gros, et comme la Spirule que j'ai étudiée a un peu plus de 5^{mm} de long elle peut être considérée comme naissante.

Les points suivants ont pu être constatés sans détériorer l'unique échantillon :

La coquille qui n'a que six loges, formant presque un tour, est complètement recouverte par le manteau, et nulle part elle n'apparaît à nu à l'extérieur, contrairement à ce qui existe chez l'adulte. Les chromatophores sont disséminés sur cette surface palléale qui recouvre la coquille comme sur tout le reste du manteau.

Pelsener avait supposé que la coquille devait se former extérieurement en arrière du corps et être ensuite recouverte par deux prolongements latéraux du manteau, se soudant finalement en arrière, en laissant ouvertes deux fentes, l'une dorsale, l'autre ventrale, par lesquelles les loges calcaires de la coquille apparaissent à l'extérieur chez l'adulte. Il n'en est rien puisque chez la jeune Spirule la coquille est entièrement sous-cutanée; les fentes ne se produisent donc que secondairement et l'invagination précoquillère, très tôt fermée, est immédiatement sous-palléale.

Chez l'adulte la coquille est masquée latéralement par deux gros diverticules latéraux de la cavité générale, contenant les viscères, descendant jusqu'en arrière du corps et déterminant par refoulement la position terminale des nageoires. Chez le jeune ces deux poches manquent complètement, ce qui permet de distinguer par transparence la spire entière de la coquille ; ces deux poches, diverticules de la cavité générale

viscérale, ne se forment donc que plus tard, probablement à l'époque de la maturité sexuelle.

Il en résulte que chez le jeune les nageoires ne sont pas terminales, mais latérales, et insérées de part et d'autre du corps sur le centre de la coquille.

Cette position des nageoires est donc acquise secondairement chez l'adulte où elles ne sont séparées l'une de l'autre, tout à fait à l'arrière du corps, que par une ventouse impaire, médiane et postérieure qui n'a d'homologue dans aucun autre Céphalopode. Or chez la jeune Spirule cette ventouse manque totalement ; il n'y en a aucune apparence sur le manteau qui, à cette place, est lisse, mince, transparent. Cette ventouse ne se forme donc que beaucoup plus tard.

Le bord du manteau qui chez l'adulte est pourvu de trois pointes fortement saillantes, deux ventrales et une dorsale, est complètement lisse chez le jeune.

Les tentacules de l'adulte sont plus longs que tout le corps ; chez le jeune ils ne dépassent pas les autres bras et contribuent à former avec eux une couronne à peu près régulière de dix petits bourgeons autour de la bouche ; celle-ci, pourvue d'une forte paire de mandibules cornées, est très saillante et enveloppée d'une forte lèvre.

Les yeux, chez l'adulte, d'après le dessin fait par Chun de la seule Spirule qui ait été vue vivante, ont tout à fait l'aspect dit *télescopique*, caractéristique de beaucoup d'animaux abyssaux ; chez le jeune, les yeux sont plus aplatis. La disposition télescopique ne s'acquiert donc que plus tard, ce qui concorde avec les observations que Brauer a faites récemment sur de jeunes Poissons de grande profondeur.

ZOOLOGIE. — *Action physiologique du mucus des Batraciens sur ces animaux eux-mêmes et sur les Serpents; cette action est la même que celle du venin de Vipère.* Note [1] de Mme **Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

I. *Action du mucus de la Grenouille verte sur elle-même.* — L'expérience directe montre qu'on peut envenimer un Batracien déterminé avec son mucus, comme on peut empoisonner un animal venimeux quelconque avec son propre venin.

Paul Bert avait déjà vu que le produit du raclage de la peau dorsale du cou d'une dizaine de Grenouilles vertes, introduit sous la peau, détermine une action convulsivante sur les muscles et sur le cœur, et entraîne la mort aussi bien de la Grenouille verte elle-même que du Chardonneret.

Mais le produit du raclage, en raison du lieu où il a été prélevé, était sans doute un mélange des deux sécrétions cutanées; car si l'on répète la

[1] Présentée dans la séance du 7 février 1910.

même expérience en employant soit l'eau de lavage des animaux en sudation, soit l'eau de macération de peau du ventre, on n'observe plus, sur la Grenouille et le Moineau, que les effets stupéfiants et paralysants du mucus, et pas de convulsions. Le mucus correspondant à cinq Grenouilles tue l'une d'entre elles en 1 heure, par inoculation dans le péritoine.

II. *Action réciproque du mucus sur les Batraciens.* — La Grenouille verte, qui succombe à une forte dose de son propre mucus, est semblablement envenimée par celui de la plupart des autres Batraciens (Salamandre du Japon, Salamandre terrestre, Triton, Alyte, Crapaud, Discoglosse, Rainette verte, Crapaud sonneur); j'ai constaté en outre qu'il suffit du mucus correspondant à la peau ventrale d'un Axolotl pour la faire mourir en 9 heures, avec arrêt du cœur en systole.

Cette action systolique, quoique incomplète, est constante chez la Grenouille verte et la Salamandre terrestre; c'est un épiphénomène dû, comme les nausées, à la sensibilité individuelle de ces animaux, au venin dorsal de l'Axolotl, dont il existe inévitablement des traces dans les préparations fraîches de mucus.

Ce qui le montre, c'est que le cœur de la Grenouille est arrêté en diastole par le mucus de la plupart des autres Batraciens, et que les mêmes préparations de mucus d'Axolotl manifestent des propriétés diastoliques vis-à-vis des autres animaux réactifs.

3° *Action du mucus des Batraciens sur les Serpents.* — Ce sont les venins muqueux de Triton et d'Alyte qui se montrent les plus nocifs vis-à-vis des Serpents, car il suffit de l'eau de lavage d'un seul Triton crêté, ou d'un tout jeune Alyte qui vient de se transformer, pour tuer en moins d'une heure une Vipère aspic pesant de 50^{g} à 60^{g}. Les mucus de Salamandre terrestre et de Discoglosse peint se montrent les moins toxiques; et, entre ces extrêmes, se placent les mucus de Grenouille verte, de Pélobate Cultripède et d'Axolotl qui tuent la Vipère en 1 à 5 jours.

Les quantités de mucus correspondant à trois Grenouilles, à trois Pélobates et à une peau de ventre d'Axolotl, qui tuent la Vipère aspic, n'ont aucun effet appréciable sur la Couleuvre vipérine.

Les symptômes déterminés par le mucus des Batraciens sont identiques sur ces animaux eux-mêmes et sur les Serpents. Le Tableau suivant résume son action et les conditions de l'envenimation pour les venins d'Alyte, de Triton et de Salamandre, et dans ce Tableau, on voit que les chiffres qui expriment la résistance de 1^{kg} d'animal réactif sont quelquefois plus élevés pour les Serpents que pour les Batraciens.

Action comparée du mucus d'Alyte, de Triton et de Salamandre sur les Batraciens et les Serpents.

	Poids en gr.	Doses de mucus frais.	Lieu de l'inoculation.	Mode d'arrêt du cœur. → Ventricule.	Durée de la survie.	Résist. pour 1kg d'animal.
		1° Mucus de Triton cristatus :				
Bufo bufo..........	58	Eau lav. $\frac{3}{5}$ de Triton	Sac lymp. dorsal	en systole	1.50 (h m)	1
Rana esculenta......	22	Macér. $\frac{1}{3}$ de peau	Abdomen	en diastole	0.15	1,45
Vipera aspis........	96	Eau lav. 1 Triton $\frac{1}{2}$	Sous la peau	»	2.15	1,51
Pélobates cultripes...	28	»	Sac dorsal	en systole	1.05	5,15
		2° Mucus d'Alytes obstetricans :				
Salamandra maculosa.	23	Eau lav. $\frac{1}{10}$ Alyte	Sous la peau	en systole	2 »	1
Bufo bufo..........	34	» $\frac{1}{2}$ »	»	»	1.45	3,5
Vipera aspis........	49	» 1 »	»	en diastole	0.53	5,1
Rana esculenta......	10	» $\frac{1}{2}$ »	Sac dorsal	»	0.57	11,6
Tropidonotus natrix.	19	» 1 »	Sous la peau	»	0.55	12
		3° Mucus de Salamandra maculosa :				
Vipera aspis........	50	Eau lav. 3 Sal.	Abdomen	en diastole	2 jours	1
Tropidonotus natrix.	50	» 6 »	»		guérison	
Rana esculenta......	25	» 15 »	Sac dorsal	»		10

Résumé des symptômes et des lésions. — Agitation pendant quelques minutes avec les doses moyennes ; stupeur immédiate avec les fortes doses. Ralentissement respiratoire avec intermittences jusqu'à l'arrêt complet qui entraîne la mort. Mydriase, paralysie ascendante, précoce et progressive. Affaiblissement, puis extinction de l'excitabilité réflexe. Affaiblissement des battements cardiaques. Arrêt du cœur, ventricule en diastole.

Exception : nausées, arrêt du cœur en systole, symptômes surajoutés du venin granuleux ; mais pas de convulsions.

Lésions hémorragiques dans les muscles, le myocarde ventriculaire, le tissu conjonctif, le tube digestif, le foie, les reins, moins intenses qu'avec le venin de vipère.

Dissolution du stroma des hématies.

Si l'on compare en outre les effets du mucus sur les Batraciens et les Serpents d'une part, les Mammifères et les Oiseaux d'autre part, on constate qu'ils sont tout à fait superposables, avec cette seule remarque que, chez les Vertébrés supérieurs, on observe une hypothermie croissante qui révèle les

progrès de l'envenimation comme avec le venin d'Abeille ou de Vipère, et qui ne saurait se manifester chez les Vertébrés à température variable.

Par ses effets sur les divers animaux, le mucus des Batraciens se rapproche beaucoup du sérum d'Anguille, ainsi que l'avait remarqué C. Phisalix, à propos du venin de la Salamandre du Japon; il est voisin aussi, à ce point de vue, du venin d'Abeille. Les expériences précédentes montrent de plus que, vis-à-vis des Reptiles et des Batraciens (il en est de même vis-à-vis des Vertébrés supérieurs), il se comporte tout à fait comme le venin de la Vipère, déterminant aussi les mêmes lésions. La toxicité en est plus variable; mais elle est parfois tout aussi grande, si l'on considère qu'il suffit d'une seule goutte de mucus de Discoglosse dans la veine de l'oreille d'un Lapin pour le foudroyer, et que la Vipère elle-même, qui résiste à 80^{mg} de son venin, est tuée, ainsi que la Grenouille verte et la Couleuvre à collier, en moins d'une heure, par l'eau de lavage d'un très petit Alyte ou d'un seul Triton crêté.

En résumé, le mucus de la plupart des Batraciens est un véritable venin, parfois aussi toxique que leur venin spécifique dorsal.

Il possède les mêmes propriétés chez tous ceux où il a été étudié jusqu'ici, et exerce sur tous les animaux les mêmes effets stupéfiants, paralysants et généralement diastoliques, qu'on peut rapprocher très intimement de ceux du venin de Vipère.

ZOOLOGIE. — *Sur l'adaptation des Nématodes parasites à la température des hôtes.* Note de MM. **L. Jammes** et **A. Martin**, présentée par M. Dastre.

La recherche des températures les plus favorables au développement des œufs de nombreuses espèces de Nématodes parasites nous a conduits à répartir ces dernières en trois grands groupes, d'après l'élévation plus ou moins grande du degré exigé.

I. *Nématodes dont les embryons ne peuvent se former qu'à une température plus basse que celle de l'hôte.* — *Ascaris vitulorum*, *A suis*, *Heterakis columbæ*, rentrent dans cette catégorie. Les œufs d'*Ascaris suis*, par exemple, placés dans la solution chlorhydrique à 2 pour 1000 et portés aux températures de 33° et de 38°, réagissent différemment. A 33°, tous les œufs sont embryonnés en 10 jours. A 38°, l'évolution ne va pas, dans le même temps, au delà de trois blastomères.

Si, au huitième jour de l'expérience, on prélève sur chacun des deux lots une partie qu'on porte à la température du lot opposé, on obtient les résultats suivants : les

œufs passés de 33° à 38° s'arrêtent dans leur évolution et ne tardent pas à dégénérer. Au contraire, les œufs passés de 38° à 33° se segmentent aussitôt régulièrement. La température de 33° est donc seule favorable au développement de cette espèce. Il en est de même pour les autres parasites cités. Tous ces Vers se développent aussi à des températures encore plus basses, celle du laboratoire notamment, mais l'évolution est plus lente.

II. *Nématodes dont les embryons se forment aussi bien à la température de l'hôte qu'à des températures plus basses.* — Ces Vers sont nombreux. Nos expériences ont porté sur *Ascaris equorum*, *A. canis*, *Sclerostomum equinum*, *Scl. vulgare*, *Trichocephalus depressiusculus*. Dans tous ces cas, aux températures de 33° et de 38°, les évolutions restent superposables. Les embryons se forment aussi à la température du laboratoire, mais plus lentement. Des constatations analogues ont été faites par divers observateurs sur *Oxyuris vermicularis*, *Ankylostomum duodenale*, *Syngamus trachealis*, *Syn. bronchialis*, etc. Ce deuxième groupe se distingue du précédent en ce que l'évolution embryonnaire devient possible à des degrés plus élevés.

III. *Nématodes dont les embryons se forment normalement à la température de l'hôte.* — Ici prennent place tous les parasites qui pondent des œufs embryonnés ou des embryons déjà éclos. Ce sont les Spiroptères, les Filaires, la Trichine, etc.

Ces résultats nous paraissent susceptibles de généralisation. Par eux, on comprend les étapes de l'adaptation des Nématodes parasites aux hôtes à sang chaud. Avant de se fixer sur ces derniers, les ancêtres des parasites actuels ont dû évoluer à la température du milieu extérieur. La nécessité actuelle pour certains Vers d'accomplir le développement embryonnaire à des températures relativement basses apparaît ainsi comme une persistance d'attaches aux conditions premières.

L'élévation du degré limite est la première étape vers l'adaptation définitive au parasitisme sur les animaux supérieurs. Cette plasticité constituerait l'un des rouages du mécanisme complexe et encore obscur par lequel le parasite s'est accommodé aux conditions physicochimiques imposées par l'hôte.

Cet état se trouve définitivement réalisé quand les embryons arrivent à évoluer dans les voies maternelles sans quitter l'animal habité par leur générateur. L'adaptation la plus étroite a lieu lorsque l'embryon naît dans le corps de la mère. La viviparité semble donc ici pouvoir se déduire d'une question de température.

En résumé, nécessité d'une température relativement basse, indifférence à l'augmentation progressive de celle-ci, subordination à la température de l'hôte, état vivipare, se présentent comme les phases successives de la lente évolution par laquelle le parasite s'est adapté à la température élevée des animaux supérieurs.

HISTOLOGIE. — *Sur le muscle tenseur de la choroïde des Téléostéens.* Note de M. E. Grynfeltt, présentée par M. Henneguy.

La tunique moyenne du globe oculaire, chez la plupart des Vertébrés, est rattachée à la tunique externe par un ensemble de fibres formant un système plus ou moins complexe, qui irradie du limbe scléro-cornéen sur la zone ciliaire de l'uvée.

Les recherches anciennes de Wallace, de Crampton, de Brücke, de Rouget, de Müller, etc. ont montré que, chez les Vertébrés supérieurs, il s'agissait là de fibres musculaires, et que le prétendu *ligament ciliaire* de leurs devanciers était en réalité un *muscle ciliaire* dont les contractions, par un mécanisme encore fort discuté, modifient la forme du cristallin et servent à l'accommodation.

On connaît aussi, depuis longtemps, chez les Poissons osseux, une formation analogue. Mais les auteurs qui ont étudié l'œil de ces animaux, Leydig, Lee, Leuckart, Berger, Steinach, Herzog, ont tous affirmé la nature conjonctive de ses fibres. Lauber cependant a émis quelques doutes à cet égard, sans se prononcer sur sa vraie signification. Aussi les classiques admettent-ils encore à l'heure actuelle, chez les Téléostéens, un *ligament ciliaire*, qui représenterait le muscle ciliaire des Vertébrés supérieurs. Interprétation d'autant plus rationnelle, semblerait-il, que, dans l'œil de ces Poissons, toute différenciation contractile de la zone ciliaire, analogue à celle des Mammifères, n'aurait guère de raison d'être : on sait en effet que cette zone ne joue aucun rôle actif dans les phénomènes de l'accommodation chez ces animaux. Les belles expériences de Th. Beer ont démontré que celle-ci est sous la dépendance exclusive d'un muscle ailleurs situé, le muscle de la campanule de Haller, auquel, en raison de son mode d'action sur le cristallin, il a donné le nom de *musculus retractor lentis*.

Des études que je poursuis depuis longtemps sur l'iris des Vertébrés m'ont amené à examiner le segment antérieur de l'œil d'un certain nombre de Téléostéens appartenant à une vingtaine de genres différents. Chez tous, à l'encontre de l'opinion actuellement classique, j'ai trouvé que le ligament ciliaire des auteurs n'était autre chose qu'un faisceau musculaire. Les réactions histochimiques courantes, qui permettent de bien différencier les fibres musculaires des éléments conjonctifs (la picro-fuchsine, la triple coloration de Prenant, celle de Mann, le picro-ponceau de Curtis, etc.), ne laissent aucun doute à cet égard.

Sur les coupes méridiennes de l'œil, ce muscle affecte chez les Téléostéens la forme d'un mince faisceau appliqué contre la face profonde de la sclérotique. Par son extrémité antérieure, un peu plus large, il s'insère sur la

membrane fibreuse, en général sur le bord de la cornée. Son extrémité postérieure, effilée, se perd sur les couches les plus superficielles de la zone ciliaire ou de la partie antérieure de la choroïde, en regard de l'*ora terminalis retinæ*.

Comme chez les Mammifères, ce muscle est constitué par des fibres lisses. Mais, chez les Poissons osseux, il s'agit le plus souvent d'éléments peu différenciés au point de vue morphologique. C'est là vraisemblablement la cause principale de la confusion commise par les auteurs qui ont pris ce muscle pour un faisceau de fibres conjonctives, en l'absence de réactions histochimiques suffisantes pour le caractériser d'une façon exacte.

Suivant les espèces, ce muscle ciliaire des Téléostéens présente des variations notables, sur lesquelles je ne saurais insister ici. Chez la plupart, eu égard à sa disposition générale et surtout à l'orientation de ses fibres, ainsi qu'à leur situation toute superficielle dans la tunique moyenne, il offre des analogies intéressantes avec certains faisceaux homologues de l'œil des Amphibiens, les tenseurs de la choroïde dorsal et ventral, que Tretjakoff a bien distingués, sous ce nom, d'un autre muscle qui paraît, chez ces animaux, plus spécialement affecté à l'accommodation, le *musculus protractor lentis*.

En raison de ces analogies le terme de *tenseur de la choroïde* m'a paru pouvoir servir à désigner, provisoirement tout au moins, le muscle que je signale ici dans le segment antérieur de l'œil des Téléostéens et qu'on a pris jusqu'à présent pour un ligament ciliaire. Ce terme me semble préférable à celui de *muscle ciliaire*, qui paraît s'imposer tout d'abord, parce que, chez les Vertébrés supérieurs, on désigne sous ce nom le muscle de l'accommodation, dans laquelle les faisceaux en question ne jouent très vraisemblablement aucun rôle chez les Téléostéens, d'après les expériences si démonstratives de Th. Beer.

OCÉANOGRAPHIE. — *De la genèse des roches sous-marines connues sous le nom de* mattes. Note de M. J. Thoulet.

Les marins et les hydrographes français désignent sous le nom de *mattes* des roches sous-marines demi-dures, quoique résistant au plomb de sonde, gréseuses ou d'une pâte plus ou moins compacte, souvent bourrées de coquilles entières ou brisées et riches en débris végétaux.

Elles sont assez communes sur les côtes de Languedoc et de Provence, jusque vers

Hyères, ainsi que dans certaines régions du littoral atlantique, aux environs des embouchures de la Gironde et de la Charente. Lorsqu'elles ne sont recouvertes que par une faible épaisseur d'eau et à peu de distance de terre, elles sont fréquemment arrachées de leur gisement par les vagues et rejetées sur la plage sous forme de blocs sableux ou compacts, gris ou noirâtres et aussi percés de cavités dont beaucoup sont occupées par des coquilles qui y demeurent emprisonnées, bien que détachées des parois de leur prison et isolées parce que l'ouverture au moyen de laquelle la cavité communique avec l'extérieur est plus petite que la coquille. D'autres fois ces roches offrent l'aspect d'un conglomérat coquillier dont les éléments sont cimentés entre eux par du calcaire. Enfin on remarque que, quelle que soit leur texture, les fragments, assez mous, tant qu'ils sont mouillés, durcissent au contact de l'air.

En 1711 et 1712, Réaumur avait, dans plusieurs Mémoires insérés dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences*, attiré l'attention sur ces formations dont la présence avait été signalée le long des côtes de la Saintonge, où elles sont connues sous le nom de *banche*, et il avait attribué leur formation à l'action d'êtres vivants en suite de la sécrétion par ceux-ci « d'une glu animale qui se transforme en coquille et se colle en s'unissant aux pierres ». La *banche* était, d'après Réaumur, « une glaise pétrifiée par ce qu'il y a de visqueux dans l'eau de mer ».

J'ai recueilli des échantillons de ces roches sur le plateau sous-marin qui s'étend par une profondeur de 6^m à 15^m, à faible distance du rivage, entre Cette et Maguelonne, dans la Méditerranée, et mon collègue, le professeur Flahault, m'en a remis plusieurs autres trouvés par lui sur la plage, vers l'embouchure du Lez, où ils sont particulièrement abondants lorsque la mer a été agitée.

Ces échantillons, traités par l'acide chlorhydrique étendu, donnent lieu à une vive effervescence et se désagrègent ; le résidu, sableux ou vaseux, est absolument identique aux fonds meubles recouvrant le sol sous-marin dans leur voisinage.

Ces formations sont dues, en effet, à des organismes. Quand un sol sous-marin est, par sa nature même, en général à cause des herbes qui s'y développent, particulièrement adapté à servir d'habitat à des coquillages, à des animaux marins herbivores et carnivores, tous attirés par la nourriture abondante qu'ils y trouvent, ces êtres, après leur mort, y laissent leur dépouille. La matière organique, en se putréfiant, produit du carbonate d'ammoniaque. Celui-ci, réagissant sur le sulfate de chaux dissous dans l'eau de mer, donne par double décomposition du sulfate d'ammoniaque soluble dans l'eau ambiante et du carbonate de chaux qui cimente le fond meuble environnant en le transformant en matte.

Un échantillon particulièrement caractéristique m'a été envoyé par le

professeur Flahault. C'est une valve de *Venus* dont l'extérieur est empâté dans une matte gréseuse de sable noir composé de grains de basalte, de quartz et d'autres minéraux communs dans la région maritime de Cette, cimentés par du carbonate de chaux parfaitement cristallisé en rhomboèdres inverses de couleur jaunâtre. La coquille était enfouie dans le sol avec sa concavité tournée en dessous. Cet espace étant ainsi rempli d'eau de mer sensiblement limpide, la double décomposition s'y est effectuée, mais le carbonate de chaux privé de son support de grains étrangers s'est déposé en cristaux sur le fond même de la coquille.

Pareille action s'est effectuée à l'extérieur et, comme elle avait lieu au sein de la masse sableuse, elle a cimenté celle-ci et l'a consolidée en la transformant en grès.

Il est probable que, soustraites à l'action destructrice des vagues, les mattes ne peuvent manquer de s'exhausser lentement et de dépasser de plus en plus le niveau du sol environnant. La remarque importe à la fois aux hydrographes, aux marins et aux géologues.

HYDROLOGIE. — *Relation entre la radioactivité et la richesse en extrait sec, des eaux thermales de Plombières.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. Armand Gautier.

Jutier et Lefort ont établi que les eaux thermales de Plombières sont formées d'un mélange d'eau de profondeur, dont la température est très élevée et l'extrait sec très important et d'eaux froides à faible extrait sec; de sorte que d'après la température de l'eau, au griffon d'une de ces sources, on peut déterminer l'ordre de grandeur de son extrait sec et réciproquement.

La source du Crucifix échappe à cette règle; mais cette exception est apparente, le griffon véritable étant inconnu, de sorte que la température observée est plus basse que la température réelle.

L'émanation du radium, dont sont chargées les eaux de Plombières, vient, comme les sels, de la profondeur; il semble donc *a priori* que cette émanation doit subir la même loi et se trouver diluée de la même façon par le mélange avec les eaux froides. Dans ces conditions, le rapport de la richesse en émanation d'une source, à sa richesse en extrait sec, devrait être un nombre constant.

Mais il n'en est rien. Nous avons, en effet, déterminé ce rapport pour onze sources dont l'extrait a été déterminé. On voit d'après le Tableau ci-après que, loin d'être constant, ce rapport croît d'une façon régulière et très accentuée des sources chaudes aux sources froides, ou du moins, des sources à fort extrait sec, aux sources à faible extrait sec.

La source du Crucifix, qui échappe à la règle de Jutier et Lefort, rentre dans celle que nous venons d'énoncer, si nous la classons, non d'après sa température, mais d'après son résidu sec.

Sources.	Température.	Émanation en milligramme-minute par litre.	Extrait sec. — Gramme par litre.	Émanation / Extrait sec.
Vauquelin	68°,5	0,066	0,392	0,17
Crucifix	46,5	0,101	0,340	0,30
Thalweg n° 5	66,5	0,101	0,330	0,31
Dames	52,3	0,147	0,287	0,51
Thalweg n° 1	56,1	0,113	0,259	0,44
Capucins	51,0	0,160	0,232	0,69
Savonneuse n° 5	48,4	0,041	0,187	0,22
Savonneuse n° 2	27,6	0,102	0,132	0,77
Lambinet	26,8	0,218	0,101	2,18
Savonneuse n° 3	26,1	0,146	0,081	1,80
Bizot	13,1	0,157	0,027	5,80
Babel (non minérale)	9,2	»	0,023	»

Le rapport de l'émanation à l'extrait sec, facteur qui, à première vue, ne semble pas avoir de signification bien nette, correspond, dans une certaine mesure, à la quantité d'émanation du radium apportée par l'eau de profondeur et conservée par l'eau thermale. A Plombières il y a donc, semble-t-il, tout au moins pour les sources les plus chaudes, perte de la majeure partie de l'émanation.

Pour que l'émanation s'échappe il lui faut un support, celui-ci, dans le sol, ne peut être constitué que par les gaz. Ils s'échappent d'autant plus radioactifs que la richesse en émanation est plus grande et la température de l'eau plus élevée. On est donc en droit de se demander s'il n'y a pas de relation entre cette perte d'émanation et la rareté des gaz spontanés.

L'eau arrive latéralement dans le bassin thermal, cette remarque a conduit Jutier à creuser les galeries vers l'Est, ce qui a amené la découverte de sources dont la température était plus élevée et notamment, la source Vau-

quelin. Il faut voir là la cause de la perte de la majeure partie de l'émanation des sources chaudes, les gaz ayant pu s'échapper soit par les diaclases du granite compact, soit par les pores de la masse arénacée de première décomposition. Seules de petites quantités de gaz se trouvent entraînées par les eaux.

Cette remarque est corroborée par ce fait que dans d'autres points de la région vosgienne le dégagement gazeux est beaucoup plus important. Au Reherrey (1) notamment où ce fait est bien caractérisé, la source se trouve exactement à la séparation du granite porphyroïde et du granite commun de la région. On peut donc admettre qu'eau et gaz ont suivi le plan de séparation des deux roches.

A Plombières les eaux s'échappent à une petite distance de la séparation des deux granites. Eau et gaz suivent encore le plan de séparation pour se quitter à une certaine distance du sol, les eaux venant sourdre en contrebas, les gaz se dégageant à la partie supérieure.

Ces gaz rencontrant des eaux froides leur abandonnent une certaine partie de leur émanation et ces eaux ainsi radioactivées viennent se mélanger aux eaux chaudes appauvries.

Cette interprétation permet de comprendre pourquoi la source Bizot, par exemple, formée d'après ses constantes d'une petite quantité d'eau de profondeur et de beaucoup d'eau froide (voir le Tableau) est cependant très radioactive.

Il résulte du mécanisme que nous venons d'étudier qu'il y a un transport de l'émanation des eaux de profondeur, chaudes et riches en extrait sec, sur les eaux froides, pauvres en extrait; la perte de l'émanation est donc beaucoup plus faible que la comparaison des rapports entre émanation et extrait permettait de le prévoir.

Jusqu'à présent une seule station thermale a fait l'objet de recherches complètes sur la radioactivité, celle de Bagnères-de-Luchon dont les eaux ont été étudiées par MM. C. Moureu et A. Lepape (2). Il n'existe aucune relation entre la radioactivité et l'extrait sec des différentes sources.

Le mélange des eaux de profondeur avec l'eau des nappes superficielles doit se produire dans beaucoup de stations thermales, ce qui explique les différences de température entre sources très voisines. L'étude systématique de la température, de l'extrait sec et de la radioactivité permettra, dans certains cas, de tirer des conclusions intéressantes.

(1) André Brochet, *Comptes rendus*, t. 150, p. 291.

(2) C. Moureu et A. Lepape, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 834.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une sorte d'arc-en-ciel blanc, observé à Paris.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. E. Bouty.

Dans l'après-midi du 5 février 1910, un arc presque incolore, occupant sensiblement la place de l'arc-en-ciel, a été visible à l'Observatoire de Montsouris.

Je l'ai remarqué pour la première fois à 2^h10^m. D'abord réduit à sa partie supérieure, il s'est dessiné à gauche jusqu'à l'horizon vers 2^h40^m, puis s'est effacé presque entièrement vers 2^h55^m. Il a reparu à 3^h15^m et a atteint vers 3^h25^m son maximum d'intensité lumineuse ainsi que son plus complet développement. Peu après 3^h30^m, il a disparu définitivement.

Cet arc avait une largeur de 3° environ. Il n'était pas d'un blanc pur, mais légèrement teinté de rose au bord externe et de violet au bord interne. Vers 2^h40^m et 3^h25^m, alors que sa lumière était la plus vive, il était bordé intérieurement d'une bande sombre, peut-être un peu violacée, de 2°30′ de largeur environ.

A l'aide d'un niveau à mercure donnant le demi-degré, j'ai fait sept mesures de la hauteur angulaire du sommet de l'arc. Les valeurs qui en résultent pour le rayon du milieu de l'arc varient entre 39° et 41°. La moyenne est de 40° 8′.

On a fréquemment observé, dans les montagnes ou dans les régions polaires, des arcs-en-ciel blancs sur les brouillards ou sur les nuages composés de gouttelettes liquides. L'explication de ce phénomène, connu aussi sous le nom de *cercle d'Ulloa*, a été indiquée par Mascart. Ce n'est qu'un cas particulier de la théorie générale de l'arc-en-ciel donnée par Airy, laquelle permet de prévoir un mélange des couleurs et un achromatisme de plus en plus parfait, en même temps qu'un élargissement de l'arc et une diminution de son rayon, lorsque le diamètre des gouttes diminue et s'approche d'une valeur optimum de 41^μ.

Mais le phénomène du 5 février s'est montré dans des conditions bien différentes de celles où l'on voit d'ordinaire le cercle d'Ulloa.

Le ciel était en majeure partie couvert d'une nappe nuageuse élevée, fibreuse, peu dense (alto-stratus), généralement divisée en pommelures plus ou moins fines (alto-cumulus et cirro-cumulus). Du côté du Nord, on y distinguait parfois deux couches superposées, paraissant d'ailleurs fort voisines l'une de l'autre. La plus basse, caractérisée par sa couleur grise, cachait l'arc blanc lorsqu'elle se projetait sur lui. Il prenait donc manifestement naissance dans la couche la plus élevée. Celle-ci avait, dans

les régions les plus claires, l'aspect d'un cirro-stratus. On voyait aussi, vers 3^h, plusieurs touffes de cirrus denses parfaitement typiques, dont la direction et la vitesse angulaire étaient sensiblement les mêmes que celles de l'alto-stratus.

D'après la grande hauteur et la forme des nuages producteurs, leurs éléments devaient être plutôt glacés que liquides. Il en résulterait que le phénomène observé ne serait pas un arc-en-ciel mais une forme de halo. Pernter a précisément établi une distinction entre le véritable arc-en-ciel blanc et un halo incolore qui se montrerait à peu près à la même place dans le ciel et qu'il a nommé *halo de Bouguer*.

Toutefois, dans le cas qui nous occupe, il faut noter l'absence complète de toute trace du halo ordinaire de 22°, circonstance peu favorable à l'hypothèse d'un halo, car cette forme fondamentale accompagne ou suit presque toujours les autres.

Au contraire, l'hypothèse d'un arc-en-ciel blanc rendrait bien compte des dimensions de l'arc et de la coloration de ses bords.

Quoi qu'il en soit, il s'agit là d'un phénomène fort rare. Je ne connais qu'une seule observation analogue, celle d'un arc blanc qui a été vu en Angleterre le 2 février 1908, également par temps clair et dans des nuages cirriformes (1).

M. E. **Fontaneau** adresse un Mémoire *Sur l'intégration générale des équations de l'Hydrodynamique.*

(Renvoi à l'examen de M. P. Appell.)

MM. J. **Pouget** et D. **Chouchak** adressent une Note *Sur l'absorption de l'acide phosphorique par les plantes.*

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

---

(1) *Symons's meteorological Magazine,* february 1908.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 février 1910.

Associazione internationale delle Accademie : *Relazione delle adunanze tenute in Roma dal Comitato nei giorni* 1-3 *giugno* 1909 *nella sede della R. Accademia dei Lincei*. Rome, 1909; 1 fasc. in-4°. (10 exemplaires, adressés par M. le Président de l'Association internationale des Académies.)

Icones Mycologicæ, par Boudier; 6e série, livraison 27. Paris, Paul Klincksieck, 1910; 1 fasc. in-4°.

Le tremblement de terre de Provence, 11 *juin* 1909, par MM. J. Repelin et L. Laurent. (Extr. du *Bulletin de la Société de Géographie de Marseille*.) Marseille, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Ch. Lallemand. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-4°.

Supplément à la Notice de M. Ch. Lallemand. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les titres et travaux scientifiques du Lieutenant-Colonel Monteil. Paris, R. Chapelot et Cie, 1910; 1 fasc. in-4°.

Les états physiques de la matière, par Ch. Maurain. Paris, Félix Alcan, 1910; 1 vol. in-12.

Scientific papers, by Sir George Howard Darwin. Vol. III : *Figures of equilibrium of rotating liquid and geophysical investigations*. Cambridge, 1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Festschrift zur Feier des 500-*jährigen Bestehens der Universität Leipzig*, herausgegeben von Rektor und Senat; Bd. I-IV, 1409-1909. Leipzig, S. Hirzel, 1909; 5 vol. in-4°. (Offert par le Recteur et le Sénat de l'Université de Leipzig.)

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales : for 1908, t. XLII, and for 1909, t. XLIII, part 1. Sydney, 1908-1909; 1 vol. et 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 6e série, n° 1, 15 janvier 1910. Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-4°.

Transactions of the American mathematical Society; t. XI, number 1, january 1910. Lancaster, Pa., et New-York, 1910; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 FÉVRIER 1910.

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse; t. VI, renfermant une partie des travaux exécutés de 1879 à 1907, sous la direction de M. B. BAILLAUD, Membre de l'Institut, publié par M. E. COSSERAT; fascicule 1. Paris, Gauthier-Villars; Toulouse, Édouard Privat, 1910; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Le Navire aérien : architecture, équilibre, stabilité : Leçons faites en 1908-1909 à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux, par L. MARCHIS. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 vol. autographié, in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Pour la race. Notre soldat, sa caserne, par M. LACHAUD. Paris, Henri Charles-Lavauzelle, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

L'évolution économique de la Brasserie française, par JEHAN CHARLIE. Saint-Amand (Cher), imp. Bussière, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Müntz.)

La soude électrolytique : théorie, laboratoire, industrie, par ANDRÉ BROCHET. Paris, Bernard Tignol, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Haller.)

L'hygiène publique à Reims en 1910 : *A propos d'un projet d'établissement insalubre de* 1re *classe à Saint-Léonard, en amont de la nappe aquifère,* par H. HENROT. (Hommage de l'auteur.)

Das Daseins und Denkens Mechanik und Metamechanik, von ERICH RUCKHABER. Hirschberg, H. Springer, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The University of Colorado Studies; t. VII, number 1. Boulder, Colo., 1909; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 3 janvier 1910.)

Note de M. *A. de Gramont*, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des diverses régions du Soleil :

Page 38, ligne 8, *au lieu de* aussi bien que pour les raies, *lire* aussi bien pour les raies.

(Séance du 24 janvier 1910.)

Rapport de M. *Alfred Grandidier*, Sur la Carte internationale de la Terre à $\frac{1}{1\,000\,000}$:

Page 194, ligne 6, *au lieu de* Vienne, *lisez* Berne.
Page 195, ligne 13, *au lieu de* 120 feuilles, *lisez* 45 feuilles (il y en a aujourd'hui 75)